

URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ



ZAŚWIADCZENIE

Advanced Digital Broadcast Ltd.,
Taipei, Tajwan

Advanced Digital Broadcast Polska Sp. z o.o.,
Zielona Góra, Polska

złożyli w Urzędzie Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej dnia 15 listopada 2002 r. podanie o udzielenie patentu na wynalazek pt. „Modem kablowy do podłączenia urządzeń abonenckich i sposób kontroli przepływu danych pomiędzy modemem kablowym a urządzeniem abonenckim.”

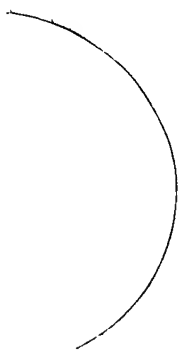
Dołączone do niniejszego zaświadczenia opis wynalazku, zastrzeżenia patentowe i rysunki są wierną kopią dokumentów złożonych przy podaniu w dniu 15 listopada 2002 r.

Podanie złożono za numerem P-357152.

Warszawa, dnia 17 grudnia 2002 r.

z upoważnienia Prezesa

mgr Jowita Mazur
Specjalista



Modem kablowy do podłączenia urządzeń abonenckich i sposób kontroli przepływu danych pomiędzy modemem kablowym a urządzeniem abonenckim

Przedmiotem wynalazku jest modem kablowy do podłączenia urządzeń abonenckich i sposób kontroli przepływu danych pomiędzy modemem kablowym a urządzeniem abonenckim.

Znane i powszechnie używane są modemy szerokopasmowe, przykładowo modemy kablowe lub modemy xDSL. Sposób działania modemów kablowych określa specyfikacja DOCSIS, której nazwa jest skrótem nazwy angielskiej *Data-Over-Cable Service Interface Specifications*.

Stosowane obecnie modemy mają wbudowaną obsługę jednego interfejsu określonego urządzenia abonenckiego, po angielsku *Customer Premises Equipment*, w skrócie *CPE*. Przykładowy modem kablowy przedstawiony jest w zgłoszeniu EP 1 109 355 A2 „Cable modem link layer bridge”. Jest to typowy modem pozwalający na obsługę tylko jednego interfejsu. Mając możliwość podłączenia tylko jednego interfejsu (przykładowo, port Ethernet), użytkownik może podłączyć do niego urządzenie multipleksujące, przykładowo hub Ethernet, który pozwoli na podłączenie do niego kilku urządzeń. Ograniczeniem jest to, że istnieje możliwość podłączenia tylko poprzez złącze Ethernet. Podobnie, może to być port USB, co poprzez hub USB pozwoli użytkownikowi na podłączenie wielu urządzeń USB. Jednak jak widać z tego przykładu, użytkownik ograniczony jest do jednego rodzaju łącza, którym może być złącze Ethernet lub USB.

Istotą wynalazku jest to, że w modemie szerokopasmowym zawierającym układ obsługi warstwy fizycznej MAC oraz most LLC, z którym komunikuje się z układ warstwy fizycznej i stos IP odpowiedzialny za

przetwarzanie pakietów IP, z którym współpracuje most LLC, do mostu LLC podłączony jest multiplexer interfejsów urządzeń abonenckich podłączonych do multiplexera interfejsów, umożliwiający przesyłanie danych pomiędzy
30 mostem LLC a jednym z interfejsów urządzeń abonenckich i posiadający tablicę interfejsów, w której zapisane są dane zarejestrowanych interfejsów, na podstawie których określa się za pomocą funkcji identyfikującej interfejs, dla którego przeznaczona jest ramka o określonym adresie fizycznym odbiorcy oraz tablicę adresów MAC urządzeń z odpowiadającymi im identyfikatorami
35 interfejsów, do których urządzenia te są podłączone, przy czym identyfikator interfejsu, do którego podłączone jest urządzenie o określonym adresie MAC określa się przez funkcję sprawdzająco-kojarzącą, a rekordy do tej tablicy dodaje się poprzez funkcję dodającą, która analizuje komendy wysyłane przez interfejsy.

40 Interfejs może być interfejsem fizycznego urządzenia abonenckiego kontrolującym przepływ danych pomiędzy multiplexerem a sterownikiem tego urządzenia.

Interfejs może być również interfejsem wirtualnego urządzenia abonenckiego będącym aplikacją, której działanie jest uzależnione od
45 odebranych pakietów i kontrolującym przepływ danych pomiędzy multiplexerem a tą aplikacją.

Korzystnie tablica interfejsów określa nazwę urządzenia, numer urządzenia ID, adres MAC urządzenia.

Istotą wynalazku jest również to, że w sposobie kontroli przepływu
50 danych pomiędzy modemem kablowym a urządzeniem abonenckim podłączonym do modemu kablowego, modem wyposaża się w multiplexer interfejsów, do którego podłącza się interfejs urządzenia abonenckiego, przy czym multiplexer interfejsów posiada tablicę interfejsów, na podstawie której określa się identyfikator interfejsu, do którego przesyła się ramkę przeznaczoną
55 do urządzenia abonenckiego o określonym adresie MAC.

Korzystnie dane wychodzące z modemu przesyła się najpierw przez interfejs urządzenia abonenckiego do bufora wyjściowego, a następnie sprawdza się, czy są przeznaczone dla interfejsów i jeśli tak, to przesyła się je

do zarezerwowanego wcześniej bufora wejściowego i zwalnia się rezerwację w
 60 momencie, gdy dane zostaną z niego odebrane przez wszystkich odbiorców,
 dla których były przeznaczone, a następnie przesyła się informację do mostu
 LLC o oczekującej na niego ramce w buforze wyjściowym.

Korzystnie dane przychodzące do modemu przesyła się przez most LLC
 do zarezerwowanego wcześniej bufora wejściowego, a następnie zwalnia się
 65 rezerwację tego bufora w momencie, gdy dane zostaną z niego odebrane
 przez wszystkich odbiorców, dla których były przeznaczone.

Korzystnie bufor wejściowy, kontroluje się poprzez ustalanie listy
 odbiorców dla których przeznaczona jest ramka, a następnie informuje się
 odbiorców o znajdującej się w buforze ramce, z każdym poinformowanym
 70 odbiorcą zwiększając licznik poinformowanych odbiorców o jeden, a następnie
 gdy odbiorcy odbierają ramkę z bufora, zwiększa się o jeden licznik odebrań, a
 określa się, że dane zostały odebrane przez wszystkich odbiorców w
 momencie, gdy licznik odebrań zrówna się z licznikiem poinformowanych
 odbiorców.

75 Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na
 rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy modemu kablowego z
 multiplexerem, fig. 2 przedstawia przepływ pakietów w warstwach modemu z
 multiplexerem, fig. 3 przedstawia połączenia multiplexera ze stroną sieci
 kablowej i stroną urządzeń abonenckich, fig. 4, 5 przedstawiają strukturę ramek
 80 Ethernet przesyłanych w systemie, fig. 6 przedstawia strukturę buforów
 wejściowych i wyjściowych multiplexera, fig. 7A, 7B, 7C, 8, 9 przedstawiają
 schemat blokowy przepływu danych w systemie, fig. 10 przedstawia
 uszczegółowioną strukturę fragmentu modemu kablowego, fig. 11 przedstawia
 schemat blokowy funkcji sprawdzająco-kojarzącej, fig. 12 przedstawia schemat
 85 blokowy funkcji dodającej i fig. 13 przedstawia schemat blokowy funkcji
 identyfikującej.

Fig. 1 przedstawia strukturę modemu kablowego, którego most LLC 113
 jest podłączony do multiplexera 114 interfejsów 115, 116, 117 urządzeń
 abonenckich. Do multiplexera 114 można podłączyć dowolną liczbę
 90 interfejsów 115, 116, 117 urządzeń, które komunikują się z multiplexerem 114

za pomocą odpowiednich funkcji. Multiplexer 114 posiada wbudowaną funkcjonalność, która umożliwia obsługę przepływu pakietów pomiędzy siecią kablową a podłączonymi do niego interfejsami, kierując odebrane pakiety do odpowiednich interfejsów.

95 Przepływ danych pomiędzy siecią kablową a urządzeniem abonenckim w modemie kablowym przedstawiony jest na fig. 2, na której pokazany został poziom 200 mostu LLC, poziom 210 multiplexera interfejsów, poziom 230 sterowników urządzeń i warstwa fizyczna 241. Za obsługę przepływu danych
100 przychodzących 201 i danych wychodzących 202 jest odpowiedzialny most LLC. Dane przychodzące 201 i dane wychodzące 202 są przesyłane przez multiplexer 211 interfejsów, do którego podłączone są interfejsy 221, 222, 223, 224 poszczególnych urządzeń abonenckich, udostępniające funkcje komunikacji pomiędzy sterownikiem urządzenia a multiplexerem. Dalej dane
105 przebiegają przez sterowniki 231, 232 poszczególnych urządzeń. Jednym z takich sterowników może być przykładowo sterownik Ethernet 231, który obsługuje kolejki ramek danych przychodzących i wychodzących. Sterownik Ethernet 231 urządzenia łączy się z warstwą fizyczną 241 danego urządzenia. Interfejsy urządzeń wirtualnych nie muszą być połączone z warstwą fizyczną, gdyż urządzeniami tymi mogą być aplikacje obsługujące określone typy
110 przesyłanych ramek. Takie aplikacje mogą przykładowo wykonywać funkcje diagnostyczne.

 Schemat multiplexera interfejsów i jego połączenia ze stroną sieci kablowej 301 oraz stroną urządzeń abonenckich 302 przedstawiony jest na fig. 3. Od strony sieci kablowej 301 multiplexer 311 interfejsów współpracuje z
115 mostem LLC 304, stosem IP 303 oraz ewentualnie z interfejsami 302 urządzeń wirtualnych, które przykładowo mogą być wykorzystywane do obsługi ramek kontrolnych przepływających przez system. Od strony urządzeń abonenckich 302 podłączone mogą być interfejsy dowolnych urządzeń, przykładowo interfejsy 322 urządzeń wirtualnych, interfejs USB 323, interfejs Ethernet 324,
120 interfejs UART 325 oraz interfejsy wszelkich innych urządzeń wykorzystywanych przez użytkownika. Jedynym ograniczeniem jest konieczność zarejestrowania interfejsu w systemie poprzez udostępnienie

swoich danych i funkcji obsługujących komunikację pomiędzy multiplekserem interfejsów a sterownikiem urządzenia.

125 W przedstawionym rozwiązaniu dane w systemie przesyłane są w formie ramek Ethernet. W systemie mogą być przesyłane dwa typy ramek: ramki danych oraz ramki kontrolne.

Przykładowy format ramki danych 401 przedstawiony jest na fig. 4. Ramki danych 401 są typowymi ramkami Ethernet, w skład których wchodzi
130 adres odbiorcy 402, nadawcy 403, typ ramki 404, dane 405 o zmiennej długości oraz pole sumy kontrolnej CRC 406. Pakiety te standardowo wykorzystywane są przez wszystkie interfejsy.

Z kolei na fig. 5 przedstawiony jest przykładowy format ramki kontrolnej 411. Ramki kontrolne 411 w przedstawionym rozwiązaniu są również ramkami
135 Ethernet, w których jest określony adres odbiorcy 412, adres nadawcy 413, typ ramki 414, blok danych kontrolnych składający się z pola 415 określającego długość tych danych i samych danych kontrolnych 416 oraz blok sumy kontrolnej CRC 417. Ramki kontrolne 411 przesyłane są zarówno między
140 interfejsami urządzeń wirtualnych jak i fizycznych. Przykładowo, dekodery telewizji satelitarnej może za pomocą ramek kontrolnych odpowiednio sterować pracą modemu kablowego. W interfejsach lub sterownikach poszczególnych urządzeń abonenckich można zablokować przepływ ramek kontrolnych, tak aby nie były one przesyłane do urządzeń zewnętrznych.

Aby umożliwić obsługę określonego urządzenia, należy w systemie
145 zarejestrować jego interfejs, czyli zestaw funkcji umożliwiających komunikację pomiędzy multiplekserem interfejsów a danym urządzeniem. Interfejs rejestruje się za pomocą odpowiedniej funkcji, która rejestruje parametry interfejsu w tablicy interfejsów multipleksa. Przykładowa struktura, określająca parametry interfejsu, przedstawiona jest poniżej:

150

```
typedef struct
{
    char      *device_name
              /*nazwa interfejsu*/
155    device    device_id
              /*unikalny identyfikator interfejsu*/
    address    device_mac_address
              /*adres MAC interfejsu*/
```

```

160     flag        device_flag
        /*flaga stanu: aktywny/nieaktywny*/
        flag        device_control_flag
        /*flaga przyjmowania/odrzućania ramek kontrolnych*/
        transmit_f  transmit
        /*funkcja wysyłająca ramkę*/
165     UpDown_f    UpDown
        /*funkcja kontrolująca flagę stanu*/
        long        sent_packets
        /*ilość ramek wysłanych przez interfejs*/
        long        received_packets
170     /*ilość ramek odebranych przez interfejs*/
    } device_handle

```

Po starcie systemu, inicjalizowane są kolejne interfejsy. Przy inicjalizacji budowana jest tablica kojarząca identyfikatory interfejsów i adresy MAC im przyporządkowane. Adresy MAC są adresami identyfikującymi określone urządzenie w warstwie sterowania dostępem do mediów, po angielsku *Media Access Control*, w skrócie MAC. Warstwa ta steruje niskopoziomowymi protokołami sprzętowymi. Według modelu sieci OSI (*Open Systems Interface*) warstwa MAC i warstwa LLC (*Logical Link Control*) tworzą warstwę DLC (*Data Link Control*).

Przykładowa struktura tablicy kojarzącej identyfikatory interfejsów i adresy MAC im przyporządkowane wygląda następująco:

adres MAC urządzenia	Identyfikator interfejsu
Urządzenie 1 (MAC1)	Interfejs urządzenia1
Urządzenie 2 (MAC2)	Interfejs urządzenia 2
Urządzenie 3 (MAC3)	Interfejs urządzenia 3
Urządzenie 31 (MAC31)	Interfejs urządzenia 3
Urządzenie 32 (MAC32)	Interfejs urządzenia 3
...	...

185

W systemie tworzona jest również druga tablica – tablica interfejsów. Jest to tablica, której kolumny określają parametry interfejsów podane podczas rejestracji interfejsu w strukturze interfejsu, przykładowo: nazwa urządzenia, numer urządzenia ID, adres MAC urządzenia. W tablicy interfejsów

190 przechowywane są dane dotyczące tylko zarejestrowanych interfejsów. Rejestracja interfejsu polega na wywołaniu funkcji, która jako parametr pobiera strukturę danych (struct device_handle) i zapisuje je do tablicy interfejsów.

Do jednego interfejsu abonenckiego mogą być podłączone kolejne urządzenia. Przykładowo, do interfejsu Ethernet, poprzez hub, może być
 195 podłączonych kilka komputerów typu PC. Każdy z tych komputerów ma swój własny adres MAC. Przy inicjalizacji systemu, lub też w trakcie jego działania, urządzenia mogą wysyłać pakiety kontrolne (przykładowo, pakiety ARP, których nazwa pochodzi od angielskiego określenia *Address Resolution Protocol*). Pakiety te przechodzą wówczas przez odpowiedni interfejs
 200 urządzenia, a ten interfejs przesyła je dalej do bufora wyjściowego, skąd pobierane są one przez most. Odpowiednia funkcja monitoruje pakiety przychodzące do bufora wyjściowego i odczytuje adres MAC nadawcy oraz identyfikator interfejsu urządzenia, z którego pochodzi dany pakiet. Następnie sprawdza w tablicy interfejsów, czy występuje w niej dany adres MAC. Jeśli
 205 nie, dopisuje informacje o powiązaniu adresu MAC z identyfikatorem interfejsu do tablicy. W trakcie dalszego działania systemu, gdy pojawią się pakiety przeznaczone dla odpowiedniego adresu MAC, będzie on już skojarzony z odpowiednim identyfikatorem interfejsu urządzenia i do tego urządzenia zostanie przesłany pakiet.

210 Wysyłanie i odbieranie danych realizowane jest za pomocą bloku buforów 521 składającego się z buforów wyjściowych 501 i buforów wejściowych 511, których idea działania i struktura przedstawiona jest na fig. 6. Do buforów wyjściowych 501 kopiowane są przez interfejs urządzenia dane przeznaczone dla mostu i przechowywane są tam do momentu, gdy most
 215 prześle je do kontrolera MAC lub stosu IP. W buforze wyjściowym 501 są zarezerwowane obszary pamięci na określenie stanu 503 oraz na ramkę 504. Bufor wyjściowy jest rezerwowany przez interfejs urządzenia, a zwalniany przez most lub multiplekser interfejsów. Do buforów wejściowych 511 kopiowane są przez multiplekser interfejsów lub most dane przeznaczone dla
 220 interfejsów urządzeń i przechowywane tam do momentu, gdy wszystkie interfejsy, dla których przeznaczone były te dane, je odbiorą. Każdy bufor

wejściowy ma własne dwa liczniki: licznik 514 odbiorców poinformowanych, że czeka na nich ramka w buforze, oraz licznik 515 ilości odebrań ramki z bufora. W momencie, gdy licznik 514 odbiorców poinformowanych i licznik 515 ilości odebrań ramki z bufora wejściowego 511 się wyrównają, bufor wejściowy 511 może być zwolniony przez multiplexer i może zostać ponownie wykorzystany. Oprócz obszarów dla liczników w buforze wejściowym 511 są zarezerwowane obszary pamięci na określenie stanu 513 oraz na ramkę 516. Bufor wejściowy jest rezerwowany przez multiplexer interfejsów lub most, a zwalniany przez multiplexer interfejsów.

Procedura wysyłania danych z interfejsu do sieci kablowej przedstawiona jest na fig. 7A i 7B. W pierwszym kroku 601 interfejs urządzenia żąda dostępu do bufora wyjściowego wysyłając komendę jego rezerwacji poprzez funkcję dodającą do bloku zarządzania buforami i gdy bufor jest dostępny, otrzymuje jako parametr zwrotny wskaźnik do zarezerwowanego bufora. Bufor wyjściowy zostanie zwolniony w momencie, gdy most prześle ramkę do kontrolera MAC, lub gdy okaże się, że zablokowane jest wysyłanie danych do mostu. W kolejnym kroku 602 interfejs kopiuje ramkę do bufora wyjściowego drogą bezpośrednią. Dalsza część procedury obsługiwana jest przez blok zarządzania buforami. I tak w kroku 603 jest sprawdzany typ wysyłanej ramki. Jeśli jest to ramka przeznaczona dla jednego urządzenia (unicast), w kroku 604 następuje sprawdzenie, czy wysyłana ramka przeznaczona jest dla urządzenia podłączonego do innego interfejsu. Jeśli tak, lub też gdy ramka jest przeznaczona dla wielu urządzeń (multicast, broadcast), w kroku 605 ma miejsce sprawdzenie, czy istnieje możliwość przesyłania danych do interfejsów, przy czym umożliwienie lub blokowanie przysyłania danych dokonywane jest za pomocą odpowiedniej flagi. Jeśli tak, procedura żąda dostępu do bufora wejściowego i gdy bufor jest dostępny, rezerwuje ten bufor w kroku 606. Następnie w kroku 607 kopiuje wysyłaną ramkę do tego bufora. Następnie w kroku 622 jest określana lista odbiorców tej ramki poprzez podanie ich adresów MAC. Jeśli ramka jest przeznaczona dla jednego urządzenia (unicast), na liście znajdzie się tylko jeden odbiorca. Jeśli jest to ramka przeznaczona dla wielu urządzeń (multicast, broadcast), na liście znajdują

się wszystkie urządzenia o adresach MAC dostępnych w tablicy MAC/CPE. W
 255 kroku 623 następuje wysłanie pierwszemu odbiorcy z listy poprzez funkcję
 sprawdzającą i identyfikującą informacji (wskaźnika do bufora) o ramce
 przeznaczonej dla niego, oczekującej w buforze wejściowym. Licznik
 poinformowanych odbiorców zostaje zwiększony o 1 w kroku 624, a w kroku
625 procedura sprawdza, czy poinformowani zostali wszyscy odbiorcy. Jeśli
 260 nie, przechodzi do następnego odbiorcy w kroku 626. Gdy poinformowani
 zostaną wszyscy odbiorcy, lub też gdy ramka nie jest wysyłana do interfejsów,
 procedura sprawdza w kroku 610, czy ramkę można przesłać do mostu LLC
 (za pomocą odpowiedniej flagi można umożliwić bądź zablokować przesyłanie
 danych do mostu). Jeśli tak, w kroku 612 do mostu LLC zostaje przesłany
 265 adres bufora, w którym czeka na niego ramka. Gdy most pobierze z niego tę
 ramkę, to zwolni on bufor do kolejnego wykorzystania. Bufor może być również
 zwalniany przez multiplexer interfejsów w kroku 611, jeśli ramka nie jest
 wysyłana do mostu. Następnie w kroku 613 sprawdza się odbiór danych z
 bufora wejściowego, co jest realizowane przez procedurę z fig. 7C.

270 Procedura sprawdzania odbioru danych z bufora wejściowego, która jest
 przedstawiona na fig. 7C, rozpoczyna się w kroku 631 od udostępnienia
 lokalnego licznika poinformowanych odbiorców funkcjom interfejsów. Następnie
 w kroku 632 ma miejsce sprawdzenie, czy wszyscy odbiorcy odebrali ramkę
 poprzez porównanie licznika odbiorców poinformowanych oraz licznika ilości
 275 pobrań. Jeśli tak, to w kroku 633 jest zwalniany bufor wejściowy. Jeśli nie,
 procedura jest zakończona w kroku 634, a bufor wejściowy zostanie zwolniony
 przez funkcję pobierającą dane z bufora jako ostatnia.

Gdy most odbierze ramkę, postępuje dalej tak, jak typowy most modemu
 kablowego, to znaczy kieruje ramkę w stronę sieci kablowej. Działanie mostu
 280 nie jest istotne dla tego opisu.

Procedura odbioru danych przedstawiona jest na fig. 8. W kroku 701
 most żąda dostępu do bufora wejściowego i gdy jest on dostępny, rezerwuje
 ten bufor. Następnie w kroku 702 ramka przesyłana jest do bufora
 wejściowego, a w kroku 703 procedura bloku zarządzania buforami sprawdza,
 285 jakiego typu jest ta ramka. Jeśli ramka przeznaczona jest dla jednego odbiorcy

(unicast), w kroku 704 określony zostaje odbiorca ramki poprzez określenie adresu MAC odbiorcy. Następnie w kroku 705 sprawdza się w tablicy MAC/CPE, czy odbiorca ten jest dostępny. Jeśli tak, w kroku 706 wysłana zostaje do niego informacja (wskaźnik do bufora) o oczekującej ramce

290 (poprzez funkcję sprawdzająco-kojarzącą oraz funkcję identyfikującą), a licznik poinformowanych odbiorców zostaje zwiększony o jeden w kroku 707. Jeśli jest to ramka przeznaczona dla wielu odbiorców (multicast/broadcast), w kroku 709 określa się listę odbiorców ramki, przy czym na liście znajdują się wszystkie aktywne adresy MAC. W kroku 710 ma miejsce wysłanie pierwszemu odbiorcy

295 z listy informacji o ramce przeznaczonej dla niego, oczekującej w buforze wejściowym, a licznik poinformowanych odbiorców zostaje zwiększony o 1 w kroku 711. W kroku 712 procedura sprawdza, czy poinformowani zostali wszyscy odbiorcy. Jeśli nie, przechodzi do następnego odbiorcy w kroku 713. Gdy poinformowani zostaną wszyscy odbiorcy, w kroku 708 sprawdza się

300 odbiór danych z bufora wejściowego, co jest realizowane przez procedurę przedstawioną na fig. 7C.

Gdy interfejs urządzenia zostanie poinformowany o oczekującej dla niego ramce w buforze wejściowym, czyli jednocześnie otrzyma wskaźnik do tego bufora, uruchamia swoją procedurę odbioru ramki, przedstawioną na fig.

305 9. I tak w kroku 801 procedura pobiera z bufora wejściowego ramkę drogą bezpośrednią, gdyż zna jego adres i przesyła ją do urządzenia. Następnie, w kroku 802 licznik ilości odebrań ramki z tego bufora zostaje zwiększony o 1, a w kroku 803 interfejs sprawdza, czy wszyscy odbiorcy odebrali ramkę poprzez porównanie licznika odbiorców poinformowanych oraz licznika ilości pobrań.

310 Sprawdzenie to ma miejsce, jeśli licznik odbiorców poinformowanych został wcześniej udostępniony dla tej funkcji. Jeśli nie, sprawdzenie nie odbywa się. Jeśli wszyscy odbiorcy odebrali ramkę, oznacza to że ta funkcja odebrała ramkę jako ostatnią i zwalnia bufor wejściowy w kroku 804. Jeśli nie, procedura jest zakończona w kroku 805, a bufor wejściowy będzie zwolniony przez

315 funkcję innego interfejsu.

Fig. 10 przedstawia końcową część mostu LLC 913, multiplexer interfejsów 914 i podłączony do niego zestaw 915 interfejsów CPE składający

się z interfejsów 909, 910, 911, 912. Na końcową część mostu LLC 913 składa się blok buforów wejściowych 901, przechowujących dane przeznaczone dla interfejsów CPE oraz blok buforów wyjściowych 902, przechowujących dane wysyłane przez interfejsy CPE, a także blok 903 zarządzania buforami, wykonujący funkcje rezerwacji i zwalniania buforów. Natomiast na multiplekser interfejsów 914 składa się tablica MAC/CPE 904, funkcja sprawdzająca, która sprawdza w tablicy MAC, czy do modemu podłączone jest urządzenie o adresie MAC podanym w pakiecie i jeśli tak, to przesyła pakiet dalej, a jeśli nie, odrzuca ten pakiet. Na multiplekser interfejsów 914 składa się również funkcja dodająca 906, która analizuje informacje przychodzące od interfejsów CPE i sprawdza, czy adres MAC nadawcy jest już zapisany w tablicy MAC, a jeśli nie to dodaje go do tej tablicy MAC. Na multiplekser interfejsów 914 składa się także tablica interfejsów 907 i funkcja identyfikująca 908, która na podstawie identyfikatora CPE przekazanego przez funkcję sprawdzająco-kojarzącą 905 pobiera z tablicy interfejsów 907 dane identyfikujące określony interfejs i przekazuje do niego określone informacje.

Funkcja sprawdzająco-kojarząca, której schemat blokowy jest przedstawiony na fig. 11, w kroku 920 jako parametr wejściowy odczytuje adres MAC, dla którego przeznaczony jest pakiet. Następnie w kroku 921 sprawdza, czy w tablicy MAC/CPE znajduje się rekord dotyczący takiego adresu MAC. Jeśli nie, oznacza to, że dany adres MAC nie jest obsługiwany przez multiplekser interfejsów, co oznacza, że urządzenie o takim adresie MAC nie jest widziane przez multiplekser i w kroku 922 następuje odrzucenie pakietu. W przypadku, gdy funkcja odczytuje identyfikator interfejsu CPE, do którego jest podłączone urządzenie o danym adresie MAC, w kroku 923 ma miejsce odczytanie identyfikatora CPE, a następnie, w kroku 924 identyfikator ten jest podawany, co umożliwia przesłanie informacji do odpowiedniego interfejsu.

Na fig. 12 jest przedstawiony schemat blokowy funkcja dodającej, która analizuje informacje wysyłane z interfejsów CPE do mostu LLC. Dla każdej przesyłanej informacji, po odczytaniu adresu MAC jej nadawcy w kroku 930, następuje sprawdzenie w kroku 931, czy w tablicy MAC/CPE występuje już taki adres MAC. Jeśli nie, w kroku 932 jest on dodawany do tablicy wraz z

350 informacją, z jakiego interfejsu CPE nadszedł ten pakiet. Jeśli adres MAC jest już w tablicy, w kroku 933 nie są podejmowane żadne działania.

Fig. 13 przedstawia funkcję identyfikującą, która w kroku 940 odczytuje identyfikator CPE, dla którego przeznaczona jest przesyłana ramka. Następnie, w kroku 941 w tablicy interfejsów (w której zapisane są informacje o zarejestrowanych interfejsach) odnajduje funkcję danego interfejsu, która 355 prześle do niego dane, a następnie w kroku 942, przekazuje ramkę do tej funkcji, a funkcja ta przekazuje ją do danego interfejsu.

W modemie informacje przesyłane są różnymi ścieżkami w zależności od typu przesyłanych informacji. I tak komunikaty o pakiecie dla określonego 360 MAC oczekującym w określonym buforze przesyłane są ścieżką od buforów wejściowych poprzez blok zarządzania i funkcję sprawdzającą do interfejsu CPE. Dane pobierane przez interfejsy z określonego bufora przesyłane są bezpośrednio pomiędzy buforami wejściowymi a interfejsami CPE. Z kolei 365 funkcji dodającej) są przesyłane ścieżką od interfejsów CPE poprzez funkcję dodającą i blok zarządzania do buforów wyjściowych. Natomiast dane wysyłane przez interfejsy do określonego bufora są przesyłane bezpośrednio pomiędzy buforami wyjściowymi a interfejsami CPE.

370 Przedstawione powyżej rozwiązanie pozwala na bezpośrednie podłączenie do modemu dowolnej liczby interfejsów różnego typu urządzeń fizycznych, przykładowo komputerów PC czy dekodery telewizji cyfrowej, podłączonych przez port USB, Ethernet lub port szeregowy. Powyższe rozwiązanie pozwala również na bezpośrednie podłączenie urządzeń wirtualnych, przykładowo aplikacji obsługujących przepływające przez sieć ramki kontrolne.

PEŁNOMOCNIK
HUDY
Dr inż. LUDWIK HUDY
Rzecznik Patentowy
Nr rei. 3098

Zastrzeżenia patentowe

1. Modem szerokopasmowy zawierający układ obsługi warstwy fizycznej
MAC, most LLC, z którym komunikuje się z układ warstwy fizycznej oraz stos
5 IP odpowiedzialny za przetwarzanie pakietów IP, z którym współpracuje most
LLC, znamienny tym, że do mostu LLC (113) podłączony jest multiplexer
(114) interfejsów (115, 116, 117, 909, 910, 911, 912) urządzeń abonenckich
podłączonych do multiplexera interfejsów (114), umożliwiający przesyłanie
danych pomiędzy mostem LLC (113) a jednym z interfejsów (115), (116, 117,
10 909, 910, 911, 912) urządzeń abonenckich i posiadający tablicę (907)
interfejsów, w której zapisane są dane zarejestrowanych interfejsów (115, 116,
117, 909, 910, 911, 912), na podstawie których określa się za pomocą funkcji
identyfikującej (908) interfejs, dla którego przeznaczona jest ramka o
określonym adresie fizycznym odbiorcy oraz tablicę (904) adresów MAC
15 urządzeń z odpowiadającymi im identyfikatorami interfejsów (115, 116, 117,
909, 910, 911, 912), do których urządzenia te są podłączone, przy czym
identyfikator interfejsu, do którego podłączone jest urządzenie o określonym
adresie MAC określa się przez funkcję sprawdzająco-kojarzącą (905), a
rekordy do tej tablicy dodaje się poprzez funkcję dodającą (906), która
20 analizuje komendy wysyłane przez interfejsy (115, 116, 117, 909, 910, 911,
912).

2. Modem szerokopasmowy według zastrz. 1, znamienny tym, że interfejs
(115, 116, 117, 909, 910, 911, 912) jest interfejsem fizycznego urządzenia
25 abonenckiego kontrolującym przepływ danych pomiędzy multiplexserem a
sterownikiem tego urządzenia.

3. Modem szerokopasmowy według zastrz. 1, znamieny tym, że interfejs (115, 116, 117, 909, 910, 911, 912) jest interfejsem wirtualnego urządzenia abonenckiego będącym aplikacją, której działanie jest uzależnione od odebranych pakietów i kontrolującym przepływ danych pomiędzy multiplekserem a tą aplikacją.
4. Modem szerokopasmowy według zastrz. 1, znamieny tym, że tablica interfejsów (904) określa nazwę urządzenia, numer urządzenia ID, adres MAC urządzenia.
5. Sposób kontroli przepływu danych pomiędzy modemem kablowym a urządzeniem abonenckim podłączonym do modemu kablowego, znamieny tym, że modem wyposaża się w multiplekser interfejsów, do którego podłącza się interfejs urządzenia abonenckiego, przy czym multiplekser interfejsów posiada tablicę interfejsów, na podstawie której określa się identyfikator interfejsu, do którego przesyła się ramkę przeznaczoną do urządzenia abonenckiego o określonym adresie MAC.
6. Sposób kontroli przepływu danych według zastrz. 5, znamieny tym, że dane wychodzące z modemu przesyła się najpierw przez interfejs urządzenia abonenckiego do bufora wyjściowego, a następnie sprawdza się, czy są przeznaczone dla interfejsów i jeśli tak, to przesyła się je do zarezerwowanego wcześniej bufora wejściowego i zwalnia się rezerwację w momencie, gdy dane zostaną z niego odebrane przez wszystkich odbiorców, dla których były przeznaczone, a następnie przesyła się informację do mostu LLC o oczekującej na niego ramce w buforze wyjściowym.
7. Sposób kontroli przepływu danych według zastrz. 5, znamieny tym, że dane przychodzące do modemu przesyła się przez most LLC do zarezerwowanego wcześniej bufora wejściowego, a następnie zwalnia się rezerwację tego bufora w momencie, gdy dane zostaną z niego odebrane przez wszystkich odbiorców, dla których były przeznaczone.

- 60 8. Sposób kontroli przepływu danych według zastrz. 5, znamienny tym, że
bufor wejściowy, kontroluje się poprzez ustalanie listy odbiorców dla których
przeznaczona jest ramka, a następnie informuje się odbiorców o znajdującej
się w buforze ramce, z każdym poinformowanym odbiorcą zwiększając licznik
65 poinformowanych odbiorców o jeden, a następnie gdy odbiorcy odbierają
ramkę z bufora, zwiększa się o jeden licznik odebrań, a określa się, że dane
zostały odebrane przez wszystkich odbiorców w momencie, gdy licznik
odebrań zrówna się z licznikiem poinformowanych odbiorców.

PEŁNOMOĆNIK
HUDY
Dr inż. LUDWIK HUDY
Rzecznik Patentowy
Nr rej. 3098

1/13

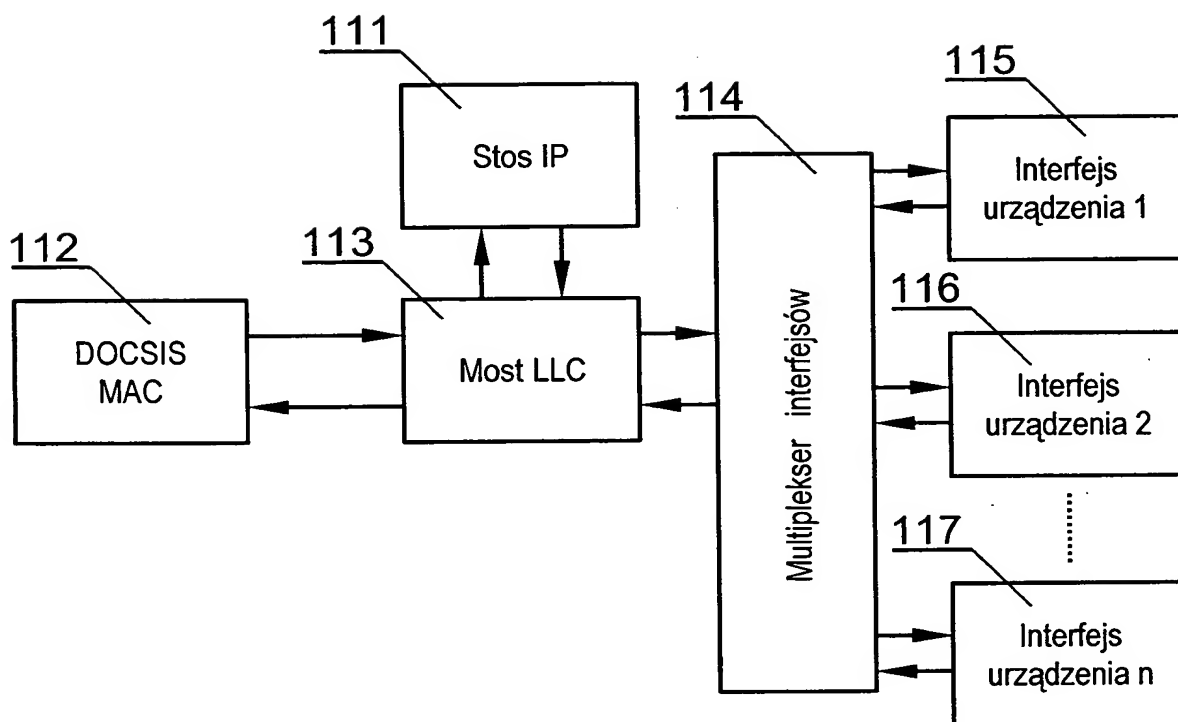


Fig. 1

2/13

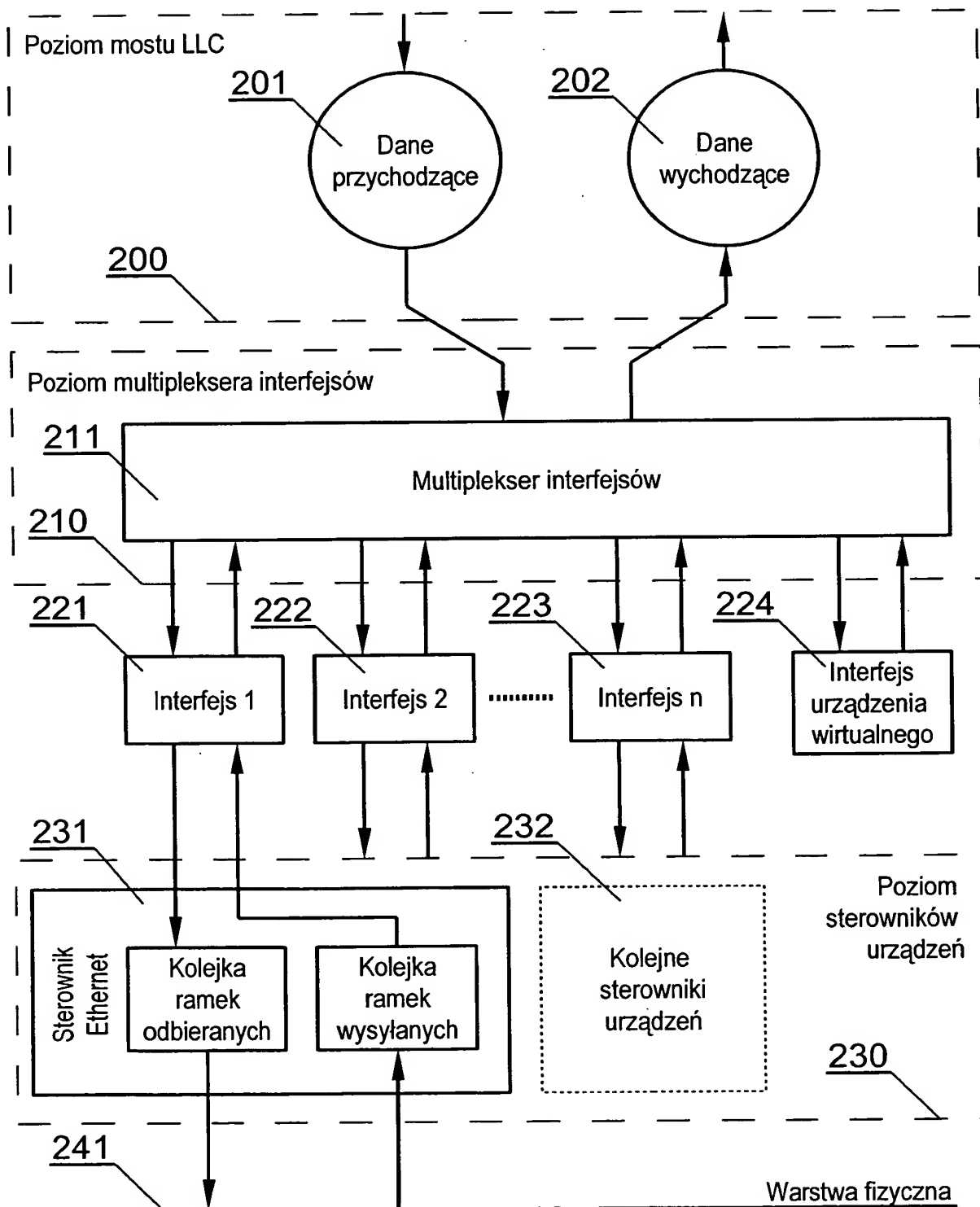


Fig. 2

3/13

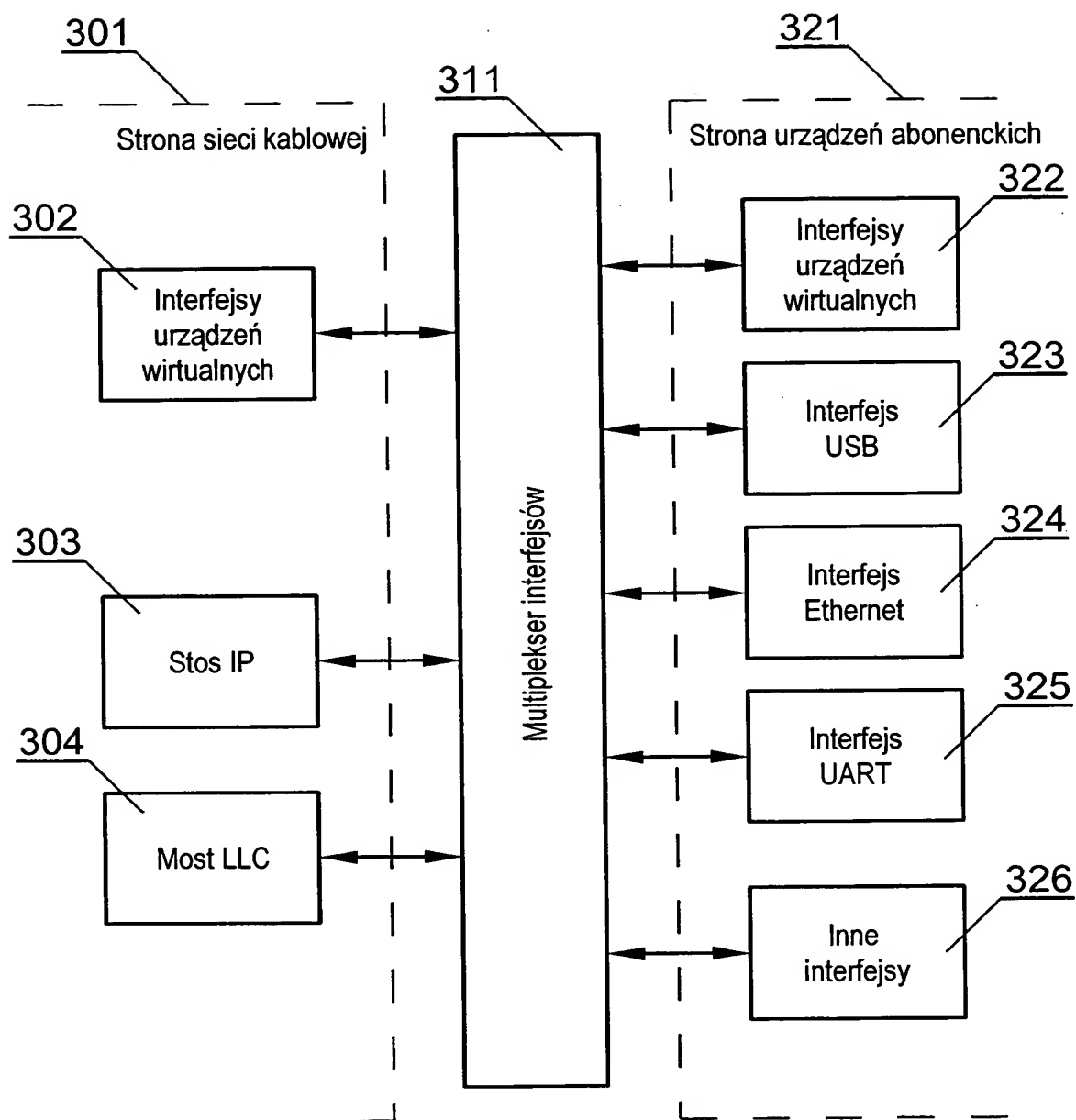


Fig. 3

PEŁNOMOCNIK
Handy
Dr inż. LUDWIK HUDY
Rzecznik Patentowy
Nr rej. 3098

4/13

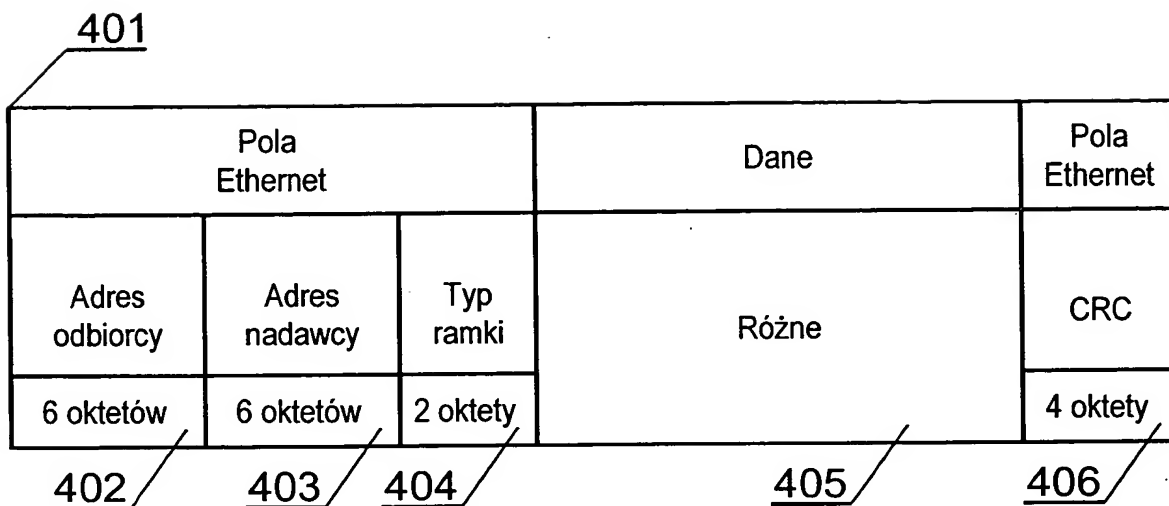


Fig. 4

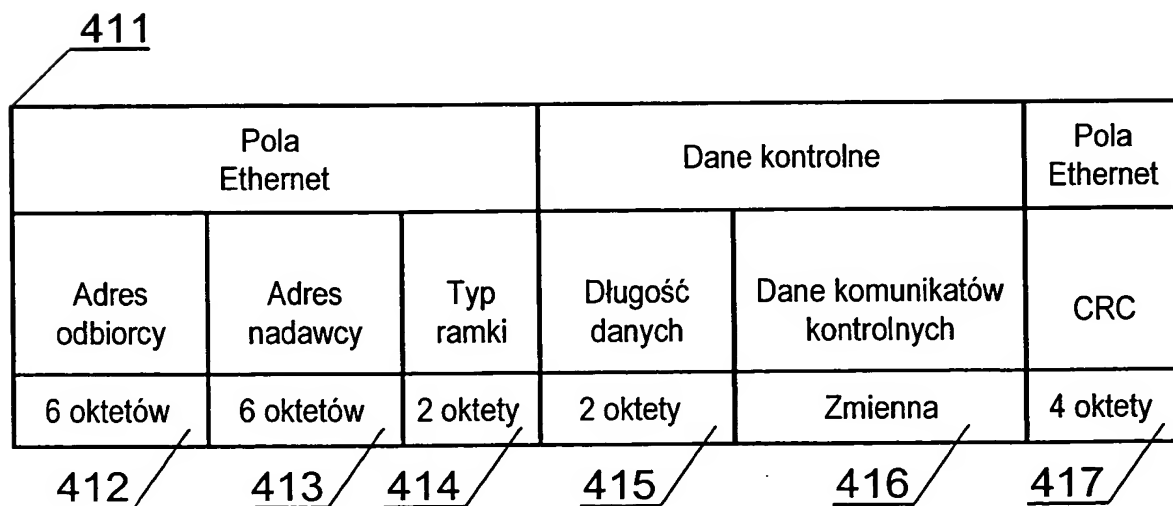


Fig. 5

5/13

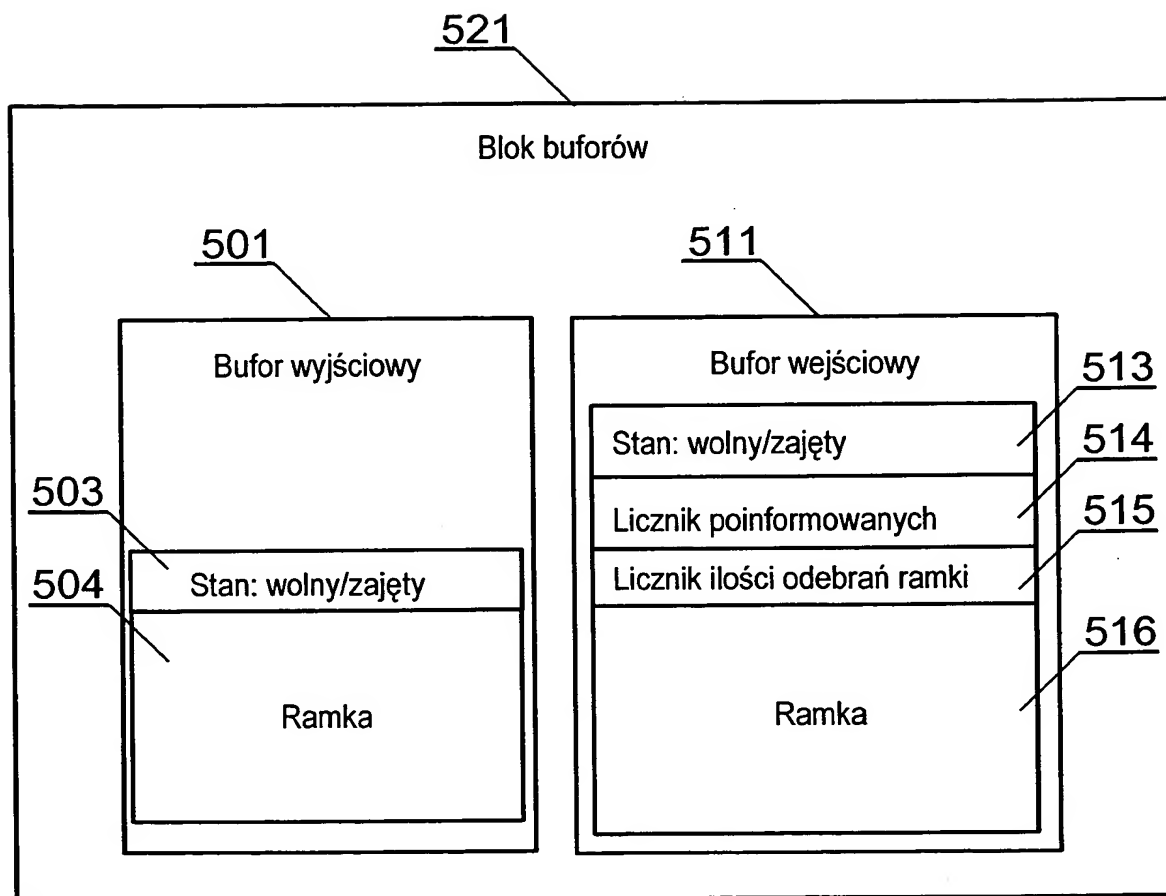


Fig. 6

6/13

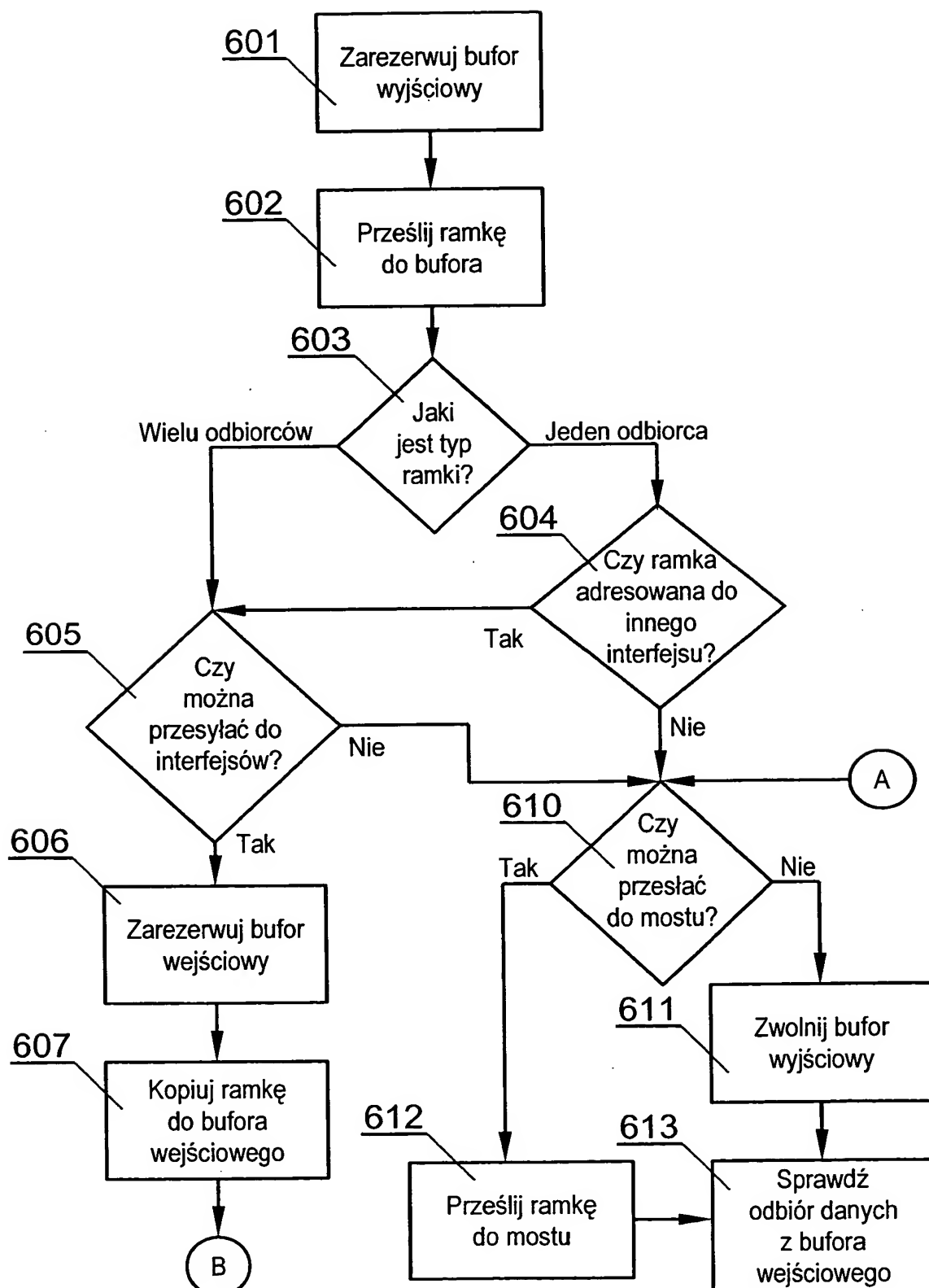


Fig. 7A

7/13

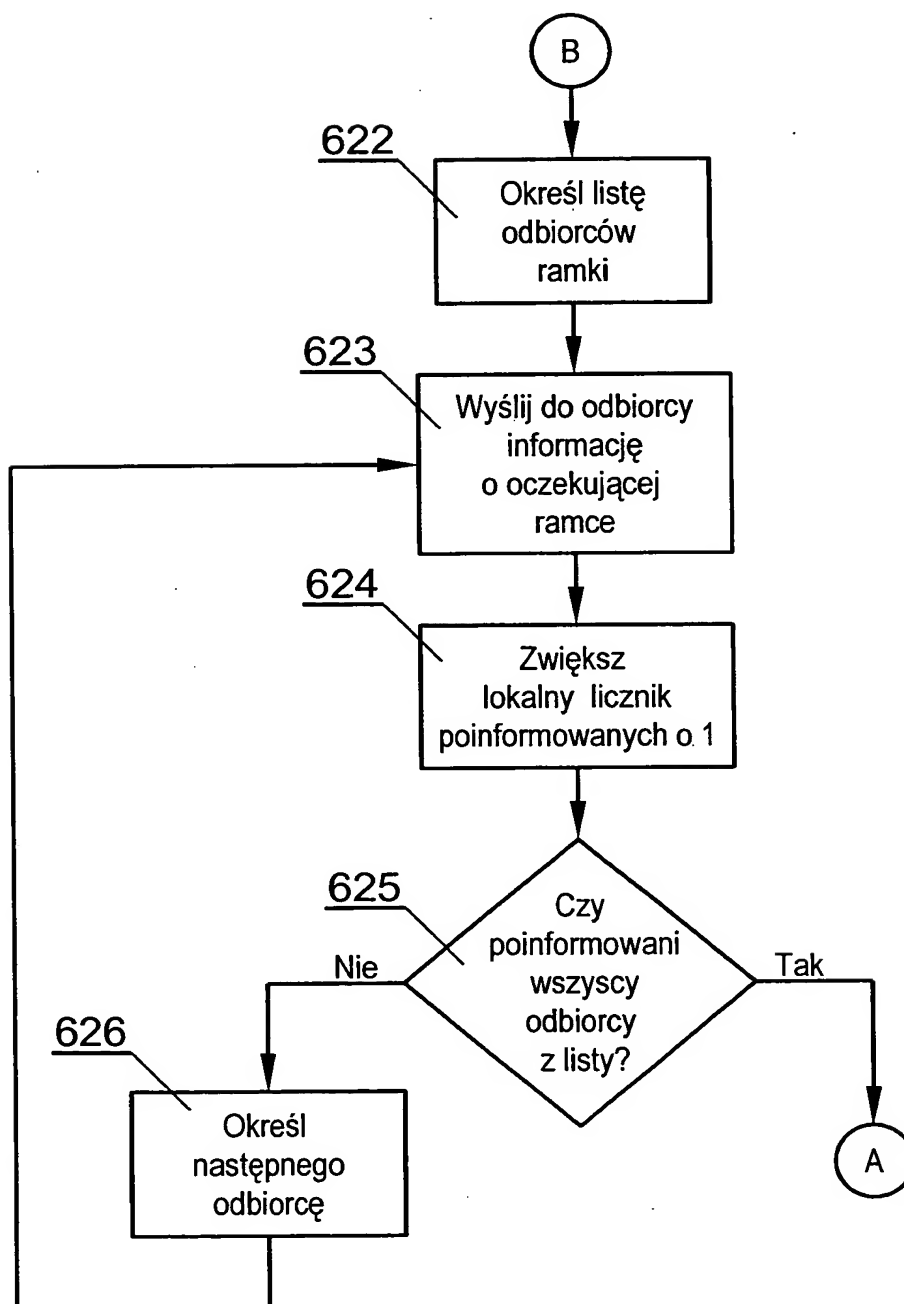


Fig. 7B

8/13

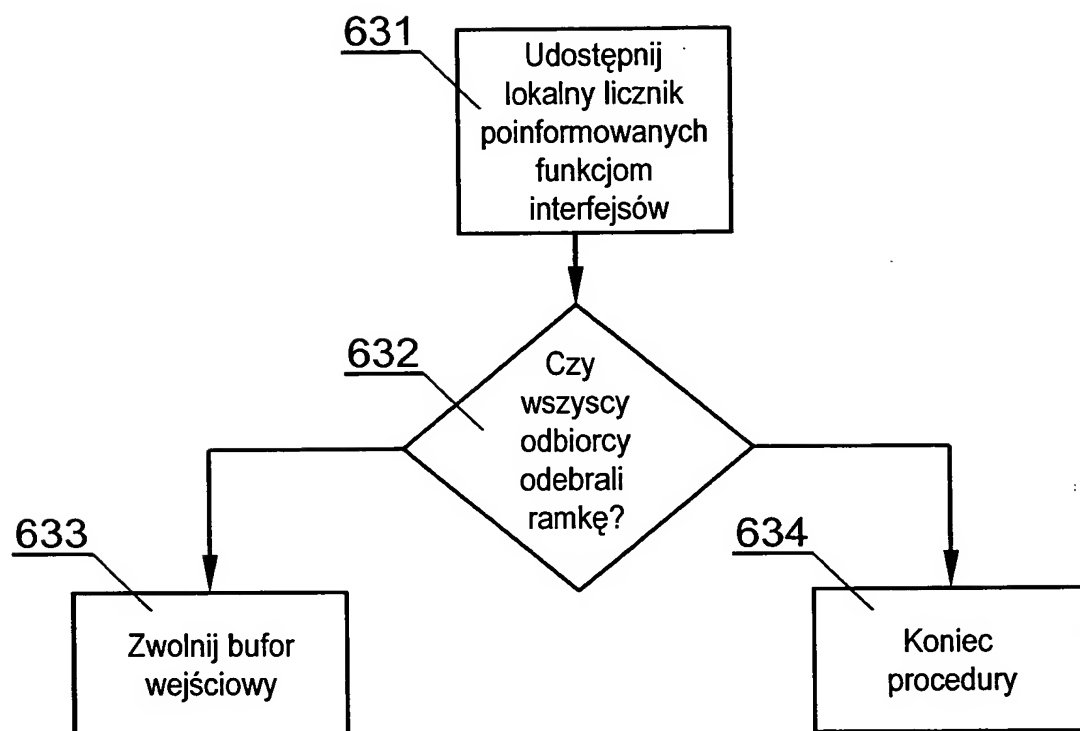
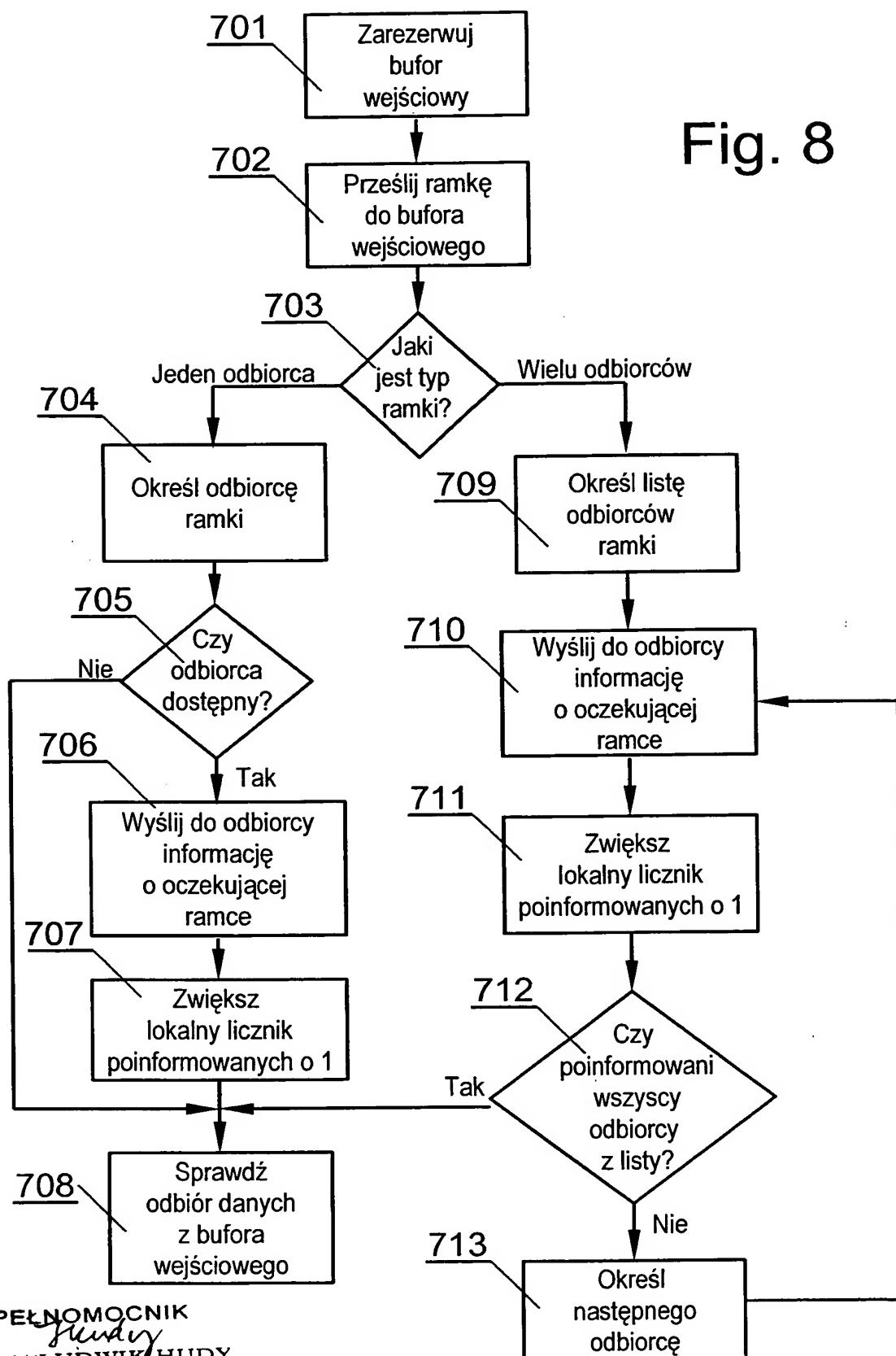


Fig. 7C

73

9/13

Fig. 8



10/13

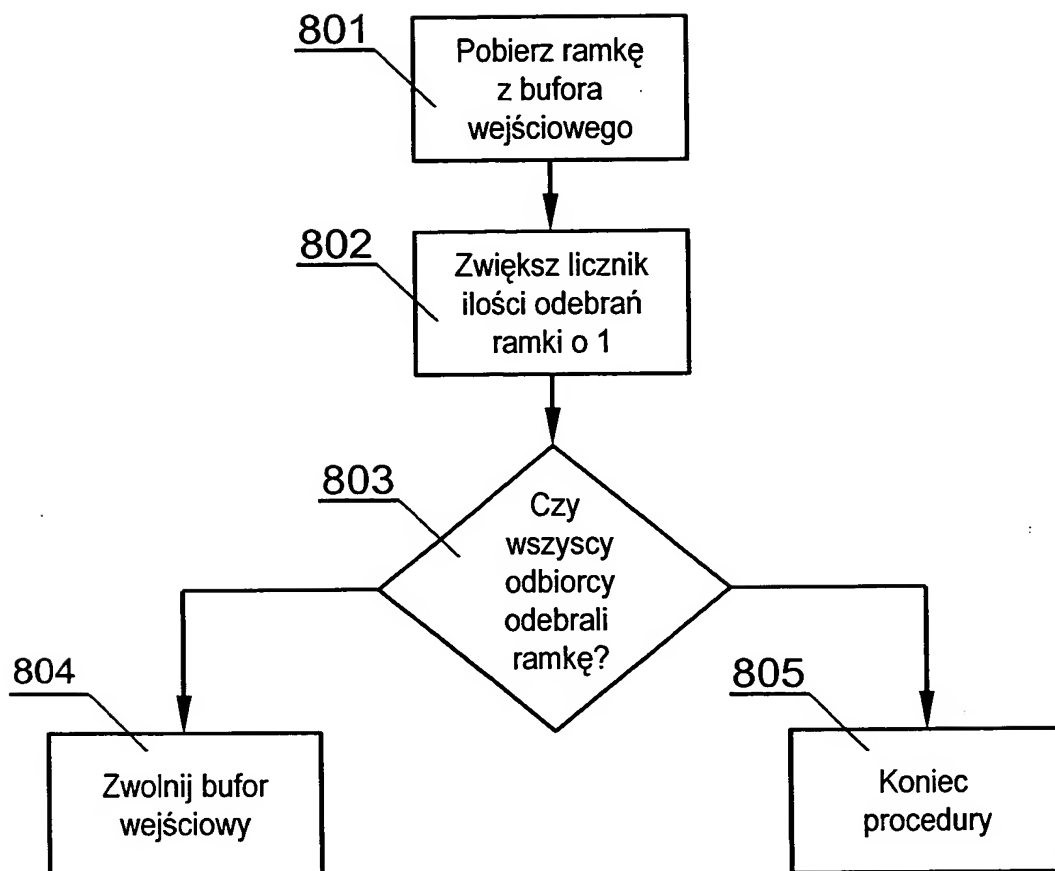


Fig. 9

PEŁNOMOĆNIK
HUDY
Dr inż. LUDWIK HUDY
Rzecznicz Patentowy
Nr rej. 3098

11/13

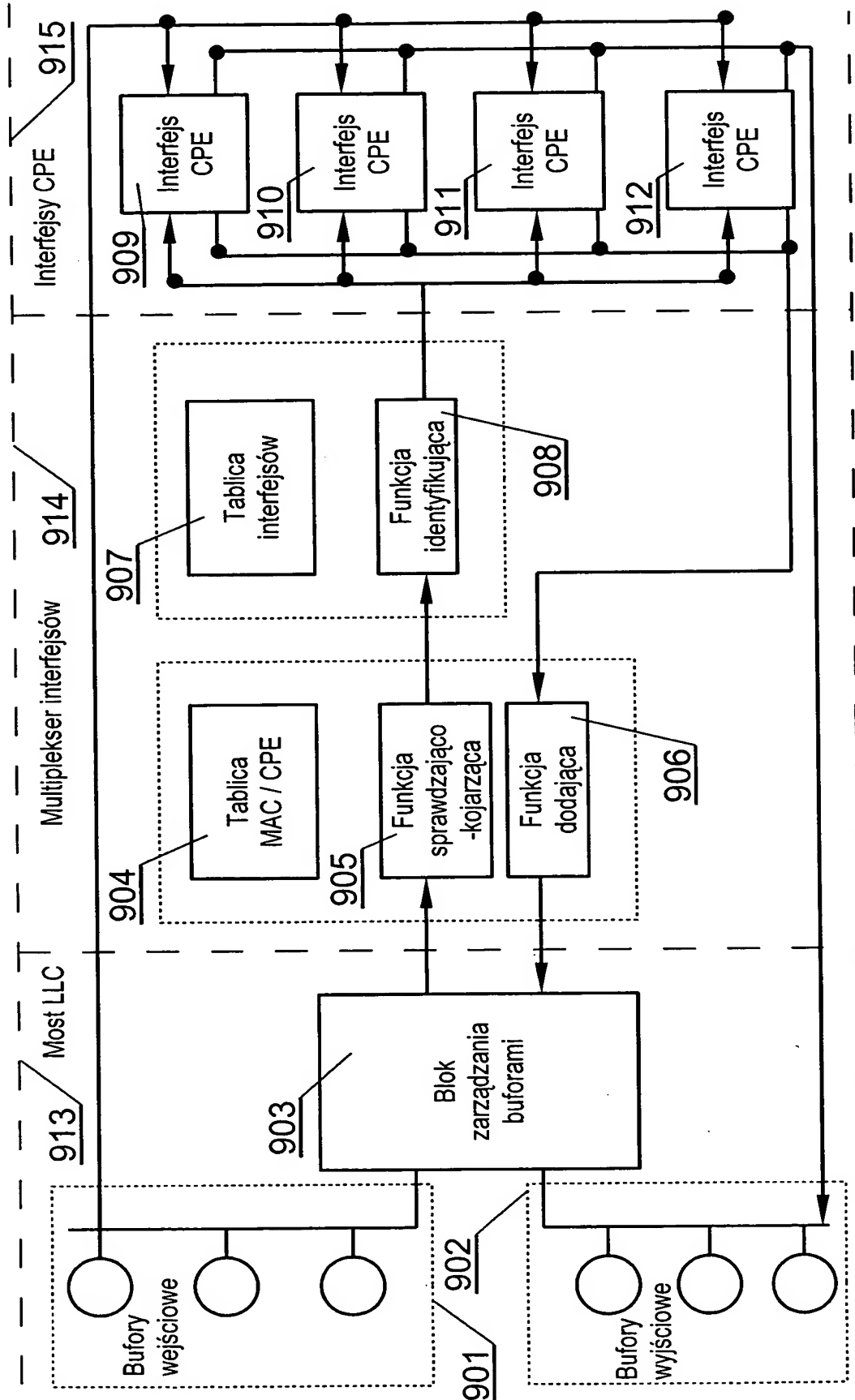


Fig. 10

12/13

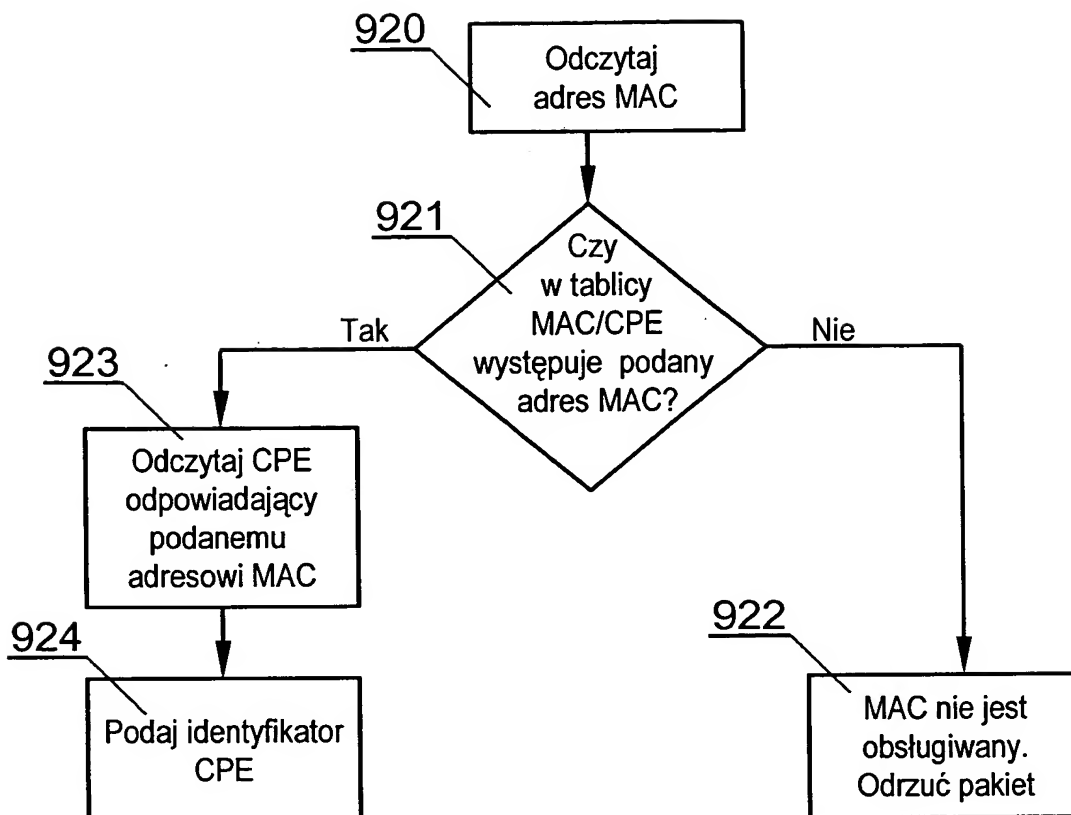


Fig. 11

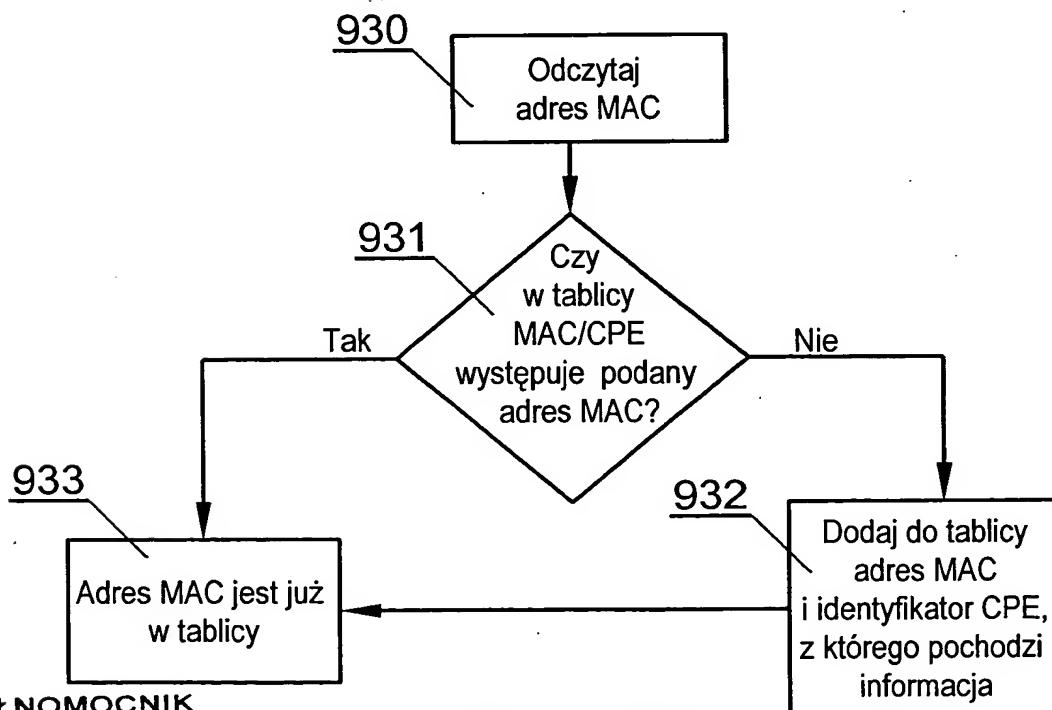


Fig. 12

13/13

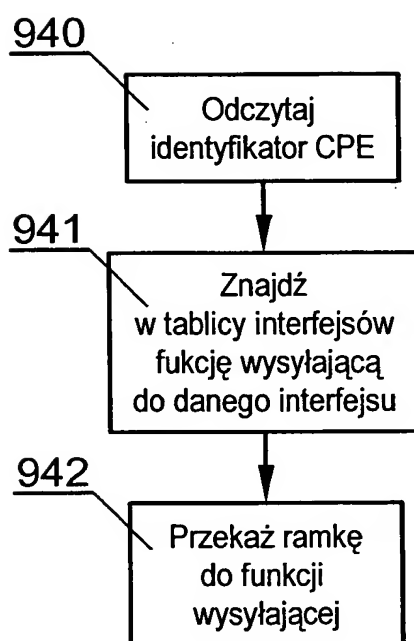


Fig. 13

Translation from the Polish language

THE PATENT OFFICE OF THE REPUBLIC OF POLAND

/in the middle of the page the national emblem of the Republic of Poland/

A CERTIFICATE

Advanced Digital Broadcast Ltd.

Taipei, Taiwan

Advanced Digital Broadcast Polska Sp.z o.o.,

Zielona Góra, Polska

on November 15th 2002 submitted to the Patent Office of the Republic of Poland an application for granting a patent for an invention called „Cable modem for connecting customer premises equipment and method of controlling data transmission between the cable modem and customer premises equipment.”

The description of the invention, which was attached to this certificate, the author's claims and the drawings are true copies of the documents, which were submitted together with the application on November 15th 2002.

The application was submitted under the following number: P-357152.




Warsaw, as of December 17th, 2003

on behalf of the President

/-/ illegible signature

MA Jowita Mazur

Specialist

/in the left hand corner of the page the impressed round stamp-sticker with the national emblem of the Republic of Poland/



/ in the right hand corner of the page the following number: /

357152

/the number in handwriting: /

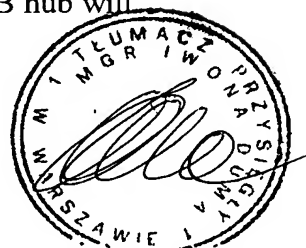
3

Cable modem for connecting customer premises equipment and a method of controlling data transfer between the cable modem and customer premises equipment

5 The object of the invention is a cable modem for connecting customer premises equipment and a method of controlling data transfer between the cable modem and customer premises equipment.

There are broadband modems known and commonly used, for example cable modems or xDSL modems. The method of operation of cable modems is determined by DOCSIS specification, the name of which is a short name of English Data-Over-
10 Cable Service Interface Specifications.

Modems, which are currently applied, have a built-in service of one interface of a specific subscriber device, the English name of which is *Customer Premises Equipment*, with a short name of CPE. Exemplary cable modem is presented in
15 application EP 1 109 355 A2 'Cable modem link layer bridge'. This is a typical modem, which allows servicing only one interface. Having the opportunity of connecting only one interface (for example an Ethernet port), the user can connect a multiplexer to it, for example an Ethernet hub, which will allow to connect a few
20 devices to it. A limitation is that there is a possibility of connecting only through an Ethernet connection. Similarly, it can be a USB port, which through a USB hub will



allow the user to connect many USB devices. However as one can see in this example, the user is limited to one type of connection, which can be an Ethernet or USB connection.

25 The essence of the invention is that a broadband modem including a physical MAC layer service system and an LLC bridge, with which the system of physical layer and IP stack, responsible for processing IP packets communicate, with which LLC bridge co-operates. An multiplexer of interfaces of customer premises equipment connected to the interfaces multiplexer is connected to the LLC bridge, which
30 enables sending data between the LLC bridge and one of the interfaces of customer premises equipment. It possesses a table of interfaces, in which data of registered interfaces are recorded, based on which, by means of an identifying function, the interface is defined, to which a frame is addressed with a specific physical address of
35 recipient and a table of MAC addresses of devices, with identifiers of corresponding interfaces, to which these devices are connected, while the interface identifier, to which the device, with a defined MAC address is connected, is determined by means of a check and associate function. Records in this table are added by means of an adding function, which analyzes commands sent by interfaces.

40 The interface can be an interface of a physical customer premises equipment, which controls transfer of data between the multiplexer and a driver of this device.

The interface can also be an interface of a virtual customer premises equipment,
45 which is an application, the operation of which depends on received packets and the interface can control data transfer between the multiplexer and this application.

The table favorably determines the name of the device, the ID number of the device, and the MAC address of the device.

50 This is also the essence of the invention that in the method of control of data transfer



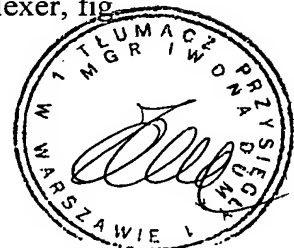
between the cable modem and customer premises equipment connected to cable modem, the modem is equipped with an interfaces multiplexer, to which customer premises equipment interface is connected, while the interfaces multiplexer has a table of interfaces, based on which the interface identifier is determined. A frame, designated to the customer premises equipment with a specific MAC address is sent to the interface identifier.

55 Favorably the data outgoing from the modem are first sent through the interface of customer premises equipment to the output buffer and next a check is performed, if they are addressed to the interfaces and if so, they are being sent to an earlier
60 reserved input buffer and the reservation is released when data are received from it by all recipients, for which they were addressed, and next information is sent to the LLC bridge about the frame waiting for it in the output buffer.

Favorably data incoming to the modem are sent through the LLC bridge to an
65 earlier reserved input buffer, and next the reservation of this buffer is released when all recipients, to whom they were addressed, receive data from it.

Favorably the input buffer is controlled by setting a list of recipients for which the frame is addressed, and next the recipients are informed about the frame located in the buffer, with every informed recipient increasing the counter of informed
70 recipients by one, and next when the recipients receive the frame from the buffer, the counter of receipts increases by one, and it is defined, that data were collected by all recipients in the time, when the counter of receipts is equal to the counter of informed recipients.

75 The object of the invention is illustrated in the exemplary embodiment in picture, in which fig. 1 illustrates a block diagram of a cable modem with a multiplexer, fig.



2 illustrates transfer of packets in the layers of the modem with the multiplexer, fig.
3 illustrates connection of the multiplexer with the cable network side and the
80 customer premises equipment side, fig. 4, 5 illustrate a structure of Ethernet frames,
which are transmitted in the system, fig. 6 illustrates a structure of input and output
buffers of the multiplexer, fig. 7A, 7B, 7C, 8, 9 illustrate a block diagram of data
transfer in the system, fig. 10 illustrates a detailed structure of the fragment of cable
85 modem, fig. 11 illustrates a block diagram of a check and associate function, fig. 12
illustrates a block diagram of an adding function and fig. 13 illustrates a block
diagram of an identifying function.

Fig. 1 illustrates a structure of a cable modem, the LLC bridge 113 of which is
connected to the multiplexer 114 of interfaces 115, 116, 117 of customer premises
equipment. Any number of interfaces 115, 116, 117 of devices, which communicate
with the multiplexer 114, can be connected to the multiplexer 114 by means of
appropriate functions. Multiplexer 114 has a built-in functionality, which allows to
service the transfer of packets between cable network and interfaces connected to it,
directing the received packets to appropriate interfaces.

95 Transfer of data between cable network and customer premises equipment in the
cable modem is illustrated in fig. 2, in which layer 200 of LLC bridge was shown,
layer 210 of the interfaces multiplexer, layer 230 of drivers of devices and physical
layer 241. The LLC bridge is responsible for servicing transfer of incoming 201 and
100 outgoing 202 data. Incoming data 201 and outgoing data 202 are being sent through
the multiplexer 211 of interfaces, to which interfaces 221, 222, 223, 224 of separate
customer premises equipment are connected, which make communication functions
available between the devices driver and the multiplexer. Further data are being sent
105 through drivers 231, 232 of separate devices. One of such drivers can be for example



the Ethernet 231 driver, which services the queues of incoming and outgoing data frames. The Ethernet driver 231 of the device connects with the physical layer 241 of a given device. Interfaces of virtual devices do not have to be connected with the physical layer, because these devices can be applications, servicing specific types of frames, which are being sent. Such applications can for example perform diagnostic functions.

The layout of interfaces multiplexer and its connection with the cable network side 301 and the customer premises equipment side 302 is shown in fig. 3. From the cable network side 301 the interfaces multiplexer 311 co-operates with the LLC bridge 304, the IP stack 303, and optionally with interfaces 302 of virtual devices, which for example can be used for servicing control frames, transmitted in the system. From the side of customer premises equipment 302, interfaces of any devices can be connected, for example interfaces of virtual devices 322, a USB interface 323, an Ethernet interface 324, a UART interface 325 and interfaces of all other devices used by the user. The only limitation is the necessity to register the interface in the system, by making available its data and functions, which service communication between the interfaces multiplexer and the device driver.

In the presented solution, data in the system are transmitted in the form of Ethernet frames. Two types of frames can be transmitted in the system: data frames and control frames.

An exemplary format of a data frame 401 is illustrated in fig. 4. Data frames 401 are typical Ethernet frames, which include the address of the recipient 402, the sender 403, the frame type 404, data 405 with variable length and the field of CRC check sum 406. These packets are used by all interfaces as a standard.

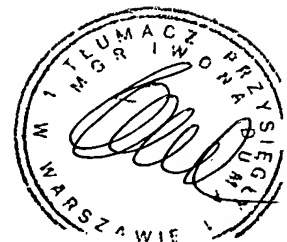
In turn in fig. 5, an exemplary format of a control frame 411 is presented. Control



frames 411 in the presented solution are also Ethernet frames, in which the address of recipient 412 is presented, the sender's address 413, the frame type 414, the control data block consisting of the field 415 defining the length of data and the CRC checksum block 417. Control frames 411 are being sent both between the
140 interfaces of virtual devices and physical ones. For example, a satellite TV decoder can by means of control frames appropriately control the work of a cable modem. In interfaces and drivers of separate customer premises equipment transmission of control frames can be blocked, so that they are not sent to external devices.

In order to enable a certain device to be serviced, its interface should be registered
145 in the system, which is a set of functions, which enable communication between the multiplexer and a given device. The interface registers itself by means of appropriate function, which registers parameters of the interface in the table of multiplexer interfaces. An exemplary structure, defining the interface parameters, is shown below:

```
150 Typedef struct
{
    char          *device name
                  /*interface name*/
155    device       device id
                  /*unique interface identifier*/
    address       device_mac_address
                  /*interface MAC address*/
    flag          device_flag
160                  /*status flag: active/inactive*/
    flag          device_control_flag
```



```

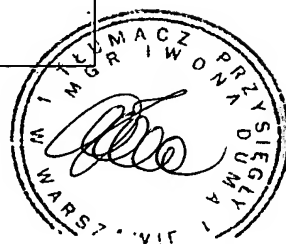
/*accepting/rejecting control frames flag*/
transmit_f    transmit
/*frame sending function*/
165  UpDown_f  UpDown
/*status flag controlling function*/
long          sent_packets
/*number of frames sent by the interface*/
Long          received_packets
170          /*number of frames received by the interface*/
} device_handle

```

After a start of the system, consecutive interfaces are initiated. At
 175 initialization, a table associating the identifiers of interfaces and MAC addresses
 allocated to them is built. MAC addresses are addresses, which identify a specific
 device in the layer of access control to media, in English Media Access Control,
 abbreviated as MAC. This layer controls low-level device protocols. According to
 180 Open System Interface network model, the MAC layer and the LLC layer (Logical
 Link Control) create the DLC layer (Data Link Control)

An exemplary structure of a table associating identifiers of interfaces and
 MAC addresses assigned to them looks in the following way:

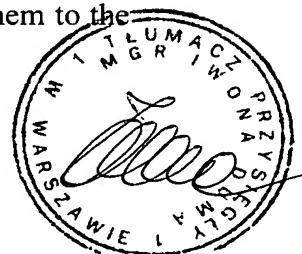
Device MAC address	Interface identifier
Device 1 (MAC1)	Device 1 interface
Device 2 (MAC2)	Device 2 interface
Device 3 (MAC3)	Device 3 interface
Device 31 (MAC31)	Device 3 interface
Device 32 (MAC32)	Device 3 interface



185 A second table, which is an interfaces table is also created in the system. This is a
table, the columns of which determine interfaces parameters, given during
registration of the interface in the interface structure, for example: device name,
190 device ID number, device MAC address. In the table of interfaces, data related only
to registered interfaces are stored. Interface registration is performed by invoking a
function, which reads the (struct device_handle) data structure as a parameter and
stores it in the interfaces table.

Additional devices can be connected to one subscriber interface. For example, to
195 an Ethernet interface, through a hub, a few PC-type computers can be connected.
Each of these computers has its own MAC address. At system initialization, or
during its operation, devices can send control packets (for example, ARP packets,
200 the name of which comes from English definition Address Resolution Protocol).
Then, these packets go through a proper device interface, and this interface sends
them further on to an output buffer, from where they are fetched by a bridge. A
proper function monitors the packets coming to the input buffer and reads the MAC
address of the sender and the device interface identifier, from which a given packet
205 comes. Next, it checks in the interfaces table, if the given MAC address appears in
it. If not, it appends to the table information about the relationship of MAC address
with the interface identifier. During further operation of the system, when packets
designated to appropriate MAC address appear, it will be associated already with
appropriate device interface identifier and the packet will be sent to this device.

210 Data are sent and received by means of a buffer block 521 consisting of output
buffers 501 and input buffers 511, the operation concept and structure of which is
illustrated in fig. 6. Data addressed to the bridge are copied by the device interface to
output buffers 501 and stored there until the time when the bridge sends them to the



215 MAC controller or the IP stack. Storage areas are reserved in the output buffer 501
for determining the status 503 and for the frame 504. The output buffer is reserved
by the device interface, and released by the bridge or interfaces multiplexer. Data,
addressed to device interfaces are copied by the interfaces multiplexer or the bridge
to input buffers 511 and stored there by the time when all interfaces, to which these
220 data were designated receive them. Each input buffer has its own counters: a counter
514 of recipients, informed that a frame awaits them in the buffer, and a counter 515
of the number of receipts of the frame from the buffer.

225 When the counter 514 of the informed recipients and the counter 515 of the number
of frame receipts from the input buffer 511 are equaled, the input buffer 511 can be
released by the multiplexer and can be used once again. Besides the areas for
counters in the input buffer 511 storage areas are reserved for determining the status
513 and for the frame 516. The input buffer is reserved by the interfaces multiplexer
230 or the bridge, and released by the interfaces multiplexer.

The procedure of sending data from the interface to the cable network, is
illustrated in fig. 7A and 7B. In the first step 601 the device interface requests access
to the output buffer, sending a command of its reservation by means of the adding
235 function to the buffers management block and when a buffer is available, it receives
as a return parameter a pointer to the reserved buffer. The output buffer will be
released when the bridge sends the frame to the MAC controller, or when it proves
that sending data to the bridge is blocked. In the next step 602, the interface copies
the frame to the output buffer through a direct way. The further part of the procedure
240 is performed by a buffers management block. Thus in step 603 the type of the sent
frame is checked. If it is a frame designated to one device (unicast), in step 604 a
check is made if the frame, being sent is addressed to a device connected to another



245 interface. If so, or if the frame is addressed to many devices (multicast, broadcast),
in step 605 a check is made, if there is a possibility to send data to interfaces, while
enabling or blocking data sending is controlled by means of an appropriate flag. If
so, the procedure requests access to input buffer and when the buffer is available, it
reserves this buffer in step 606. Next in step 607 it copies the frame, being sent, to
250 this buffer. Next in step 607 a list of recipients of this frame is determined by means
of providing their MAC addresses. If the frame is designated to one device (unicast),
there is only one recipient on the list. If this is a frame designated to many devices
(multicast, broadcast), there will be all devices on the list with MAC addresses
255 available in MAC/CPE table. In step 623 a send takes place to the first recipient on
the list by means of a check and identifying function, information (pointer to buffer)
about the frame assigned to it, waiting in the input buffer. The counter of informed
recipients is increased by 1 in step 624, and in step 625 the procedure checks, if all
260 recipients were informed. If not, it turns to next recipient in step 626. When all
recipients were informed, or when the frame is not sent to interfaces, the procedure
checks in step 610, if the frame can be sent to the LLC bridge (by means of an
appropriate flag, sending data to the bridge can be enabled or blocked). If so, in step
265 612 the buffer address, in which a frame awaits it, is sent to LLC bridge. After the
bridge fetches the frame from it, it will release the buffer for next use. The buffer
can also be released by interfaces multiplexer in step 611, if the frame is not being
sent to the bridge. Next in step 613 the reception of data from the input buffer is
checked, which is performed by the procedure from fig. 7C.

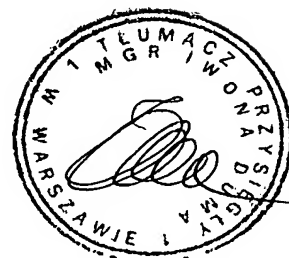
270 The procedure of checking data reception from the input buffer, which is
illustrated in fig. 7C, starts in step 631 from making the local counter of informed
recipients available to interface functions. Next, in step 632 it is checked if all the



recipients received the frame, by comparing the counter of informed recipients and
275 the counter of the number of receipts. If so, then in step 633 the input buffer is
released. If not, the procedure is finished in step 634, and the input buffer will be
released by the function collecting data from the buffer as the last one.

When the bridge receives the frame, it proceeds further like a typical bridge of
cable modem, which means that it directs the frame to the side of the cable network.
280 Operation of the bridge is not relevant for this description.

The procedure of data reception is illustrated in fig. 8. In step 701 the bridge
requests access to the input buffer and when it is available, it reserves this buffer.
Next in step 702 the frame is sent to the input buffer, and in step 703 the procedure
of the buffer management block checks, what type of frame this is. If the frame is
designated to one recipient (unicast), in step 704 the recipient of the frame is
determined by means of determining the MAC address of the recipient. Next in step
705, it is checked in the MAC/CPE table, if this recipient is available. If yes, in step
706, information (a pointer to a buffer) will be sent to it about the awaiting frame
290 (by means of the check and associate function and the identifying function), and the
counter of informed recipients is increased by one in step 707. If this is a frame
designated to many recipients (multicast/broadcast), in step 709 the list of frame
recipients is determined, while on the list there are all active MAC addresses
295 located. In step 710 information about the frame, waiting in the input buffer,
assigned to the first recipient on the list is sent to it, and the counter of informed
recipients is increased by 1 in step 711. In step 712 the procedure checks, if all the
recipients were informed. If not, it comes to the next recipient in step 713. After all
recipients were informed, in step 708 data reception from the input buffer is
300 checked, which is performed by the procedure illustrated in fig. 7C.



When the interface of the device is informed about a frame waiting for it in the
305 input buffer, which means that it receives an pointer to this buffer in the same time,
it starts its procedure of frame collection, which is illustrated in fig. 9. Therefore in
step 801 the procedure collects the frame from the input buffer in a direct way,
because it knows its address and sends it to the device. Next, in step 802 the counter
of the number of frame receipts from this buffer is increased by 1 and in step 803 the
interface checks if all the recipients collected the frame by comparing the counter of
310 informed recipients and the counter of the number of receipts. This check takes
place, if the counter of informed recipients was made available earlier for this
function. If not, the check is not performed. If all recipients have collected the
frame, it means that this function received the frame as the last one and releases the
input buffer in step 804. If not, the procedure is finished in step 805, and the input
315 buffer will be released by the function of other interface.

Fig. 10 shows a ending part of the LLC bridge 913, the interfaces multiplexer 914
and a set of CPE interfaces 915 connected to it, which consists of interfaces 909,
910, 911, 912. The ending part of the LLC bridge 913 comprises a block of input
320 buffers 901, storing data addressed to CPE interfaces and a block of output buffers
902, storing data sent by CPE interfaces, and also a buffer management block 903,
which performs buffer reservation and release functions. However the interfaces
multiplexer 914 comprises a MAC/CPE 904 table, a check function, which checks in
325 the MAC table, if there is a device with a MAC address, defined in the packet,
connected to the modem and if yes, it sends the packet further, and if not, it rejects
this packet. The interfaces multiplexer 914 comprises also an adding function 906,
330 which analyzes information incoming to CPE interfaces and checks if sender's MAC



address is stored in the MAC table, and if not, it adds it to this MAC table. The interfaces multiplexer 914 comprises also an interfaces table 907 and an identifying function 908, which basing on the CPE identifier transmitted by the check and associate function 905, collects from the table of interfaces 907 data identifying a specific interface and sends specific information to it.

The check and associate function, the block diagram of which is illustrated in fig. 11, in step 920 as an input parameter reads the MAC address, to which the packet is designated. Next in step 921 it checks, if in the MAC/CPE table there is a record related to such MAC address. If not, this means that the given MAC address is not served by the interfaces multiplexer, which means that no device with such MAC address is visible by the multiplexer and in step 922 there is a rejection of the packet. In case the function reads the identifier of the CPE address, to which a device, with a given MAC address is connected, in step 923 the CPE identifier is read, and next in step 924 this identifier is given, which allows information to be sent to appropriate interface.

In fig. 12 a block diagram of the adding function, which analyzes information sent from CPE interfaces to the LLC bridge, is presented. For each information sent, after reading the MAC address of its sender in step 930, there is a check in step 931 if in the MAC/CPE table there is already such MAC address present. If not, in step 932 it is added to the table together with information, from which CPE interface this packet came. If the MAC address is already in the table, in step 933 no actions are taken.

Fig. 13 shows the identifying function, which in step 940 is read by the CPE identifier, to which the sent frame is designated. Next, in step 941, in the interfaces table (in which information is stored about registered interfaces) it finds a function



of a given interface, which will send data to it, and next in step 942 it sends the frame to this function, and the function transmits it to the given interface.

360 In the modem, information is transmitted in various paths depending on the type of information, which is sent. Therefore, messages about the packet for a specific MAC, which waits in a specific buffer is sent through a path to input buffers by management block and control function to a CPE interface. Data collected by interfaces from a specific buffer are sent directly between input buffers and CPE
365 interfaces. In turn, requests of reservation of the buffer and messages of releasing a buffer (except for adding function) are transmitted through a path from CPE interfaces through adding function and management block to output buffers. However, data sent through interfaces to a specific buffer are sent directly between output buffers and CPE interfaces.

370 The solution, presented above allows connecting directly to the modem any number of interfaces of different type of physical devices, for example PC computers or digital TV decoders, connected through USB or Ethernet or a serial port. The above solution allows also connecting directly virtual devices, for example applications servicing control frames, transmitted across the network.

/in the right hand bottom corner of the page the oblong stamp with the following contents:/

PLENIPOTENTIARY

/-/ podpis nieczytelny

Eng. LUDWIK HUDY, PhD

Patent Attorney

Reg. no. 3098



in the right hand corner of the page the following number:/

357152

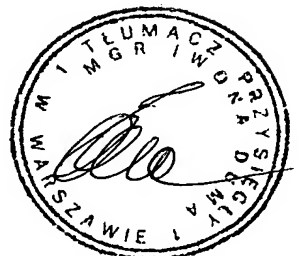
/the number in handwriting:/

4

Patent claims

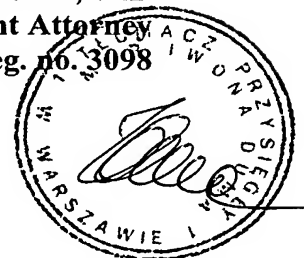
5 1. A broadband modem including a system of servicing MAC physical layer, LLC
bridge, with which the physical layer system communicates and IP stack
responsible for processing IP packets, with which the LLC bridge co-operates,
characterized in that the LLC bridge (113) is connected with interfaces
10 multiplexer (115, 116, 117, 909, 910, 911, 912) the customer premises equipment
multiplexer (114) connected to interfaces multiplexer (114), enabling to send data
between the LLC bridge (113) and one of the interfaces (115), (116, 117, 909, 910,
911, 912) of customer premises equipment and possessing interfaces table (907),
15 in which data of registered interfaces (115, 116, 117, 909, 910, 911, 912) are
recorded, based on which by means of identifying function (908) the interface is
determined, to which a frame with a specific physical address of recipient is
designated and MAC addresses table (904) of devices with interfaces identifiers
20 (115, 116, 117, 909, 910, 911, 912), to which these devices are connected, while
the interface identifier, to which the device, with determined MAC address is
connected is determined by check and associate function (905), and records to this
table are added by means of adding function (906), which analyzes commands,
sent by interfaces (115, 116, 117, 909, 910, 911, 912).

25 2. A broadband modem according to claim 1, characterized in that the interface
(115, 116, 117, 909, 910, 911, 912) is the interface of a physical customer
premises equipment, controlling transmission of data between the multiplexer and
the driver of this device.



- 30 3. A broadband modem according to claim 1, characterized in that the interface (115, 116, 117, 909, 910, 911, 912) is the interface of virtual customer premises equipment, which is the application, operation of which depends on the received packets and which controls transmission of data between the multiplexer and this application.
- 35 4. A broadband modem according to claim 1, characterized in that the table of interfaces (904) determines the name of the device, the ID number of the device, the MAC address of the device.
- 40 5. A method of controlling data transfer between the cable modem and customer premises equipment, connected to cable modem, characterized in that the modem is equipped with interfaces multiplexer, to which the customer premises equipment interface is connected, while the interfaces multiplexer has an interfaces table, based on which the interface identifier is determined, to which a frame designated to customer premises equipment with a specific MAC address is sent.
- 45 6. A method of controlling data transfer according to claim 5, characterized in that the data outgoing from the modem are sent first through the customer premises equipment interface to the output buffer, and next it is checked if they are
- 50 designated to the interfaces and if so, they are sent to earlier reserved input buffer and reservation is released when data are received from it by all recipients, to which they were designated, and next information is sent to the LCC bridge about the frame in the output buffer, waiting for it.
- 55 7. A method of control of data transfer according to claim 5 characterized in that the data incoming to the modem are sent through the LLC bridge to earlier reserved input buffer, and next reservation of this buffer is released when the data are received from it by all recipients, to which they were designated.
- 60 8. A method of data transfer control according to claim 5, characterized in that the input buffer is controlled by setting a list of recipients for which the frame is designated, and next recipients are informed about the frame located in the buffer, with each informed recipient the counter of informed recipients is increased by one, and next when the recipients receive the frame from the buffer, the counter of receipts is increased by one, and it is determined that the data were received by all recipients in the time when the counter of receipts is equal to the counter of informed recipients.

PLENIPOTENTIARY
/illegible signature/
Eng. LUDWIK HUDY, PhD
Patent Attorney
Reg. no. 3098



/in the subsequent pages in the right hand corner the following number is repeated:/

357152

/the subsequent pages are numbered in handwriting from 5 to 17/

/the subsequent pages are stamped at the bottom of the page with the oblong stamp with the following contents:/

PLENIPOTENTIARY
/illegible signature/
Eng. LUDWIK HUDY, PhD
Patent Attorney
Reg. no. 3098



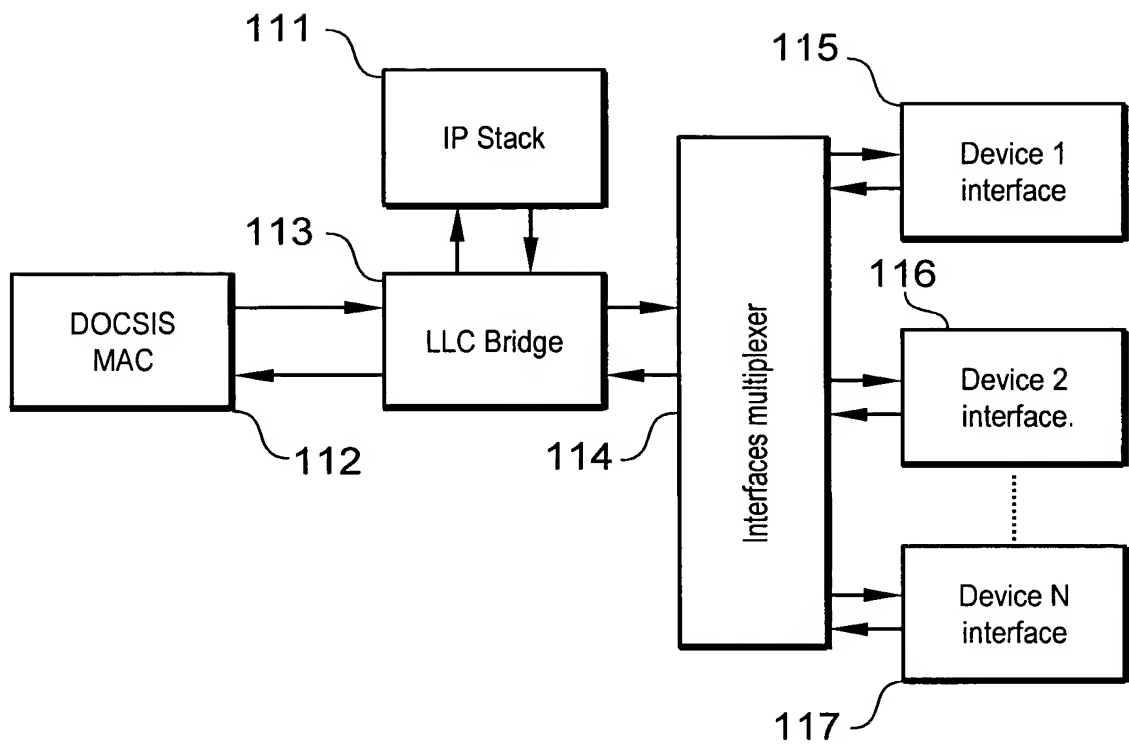


Fig. 1



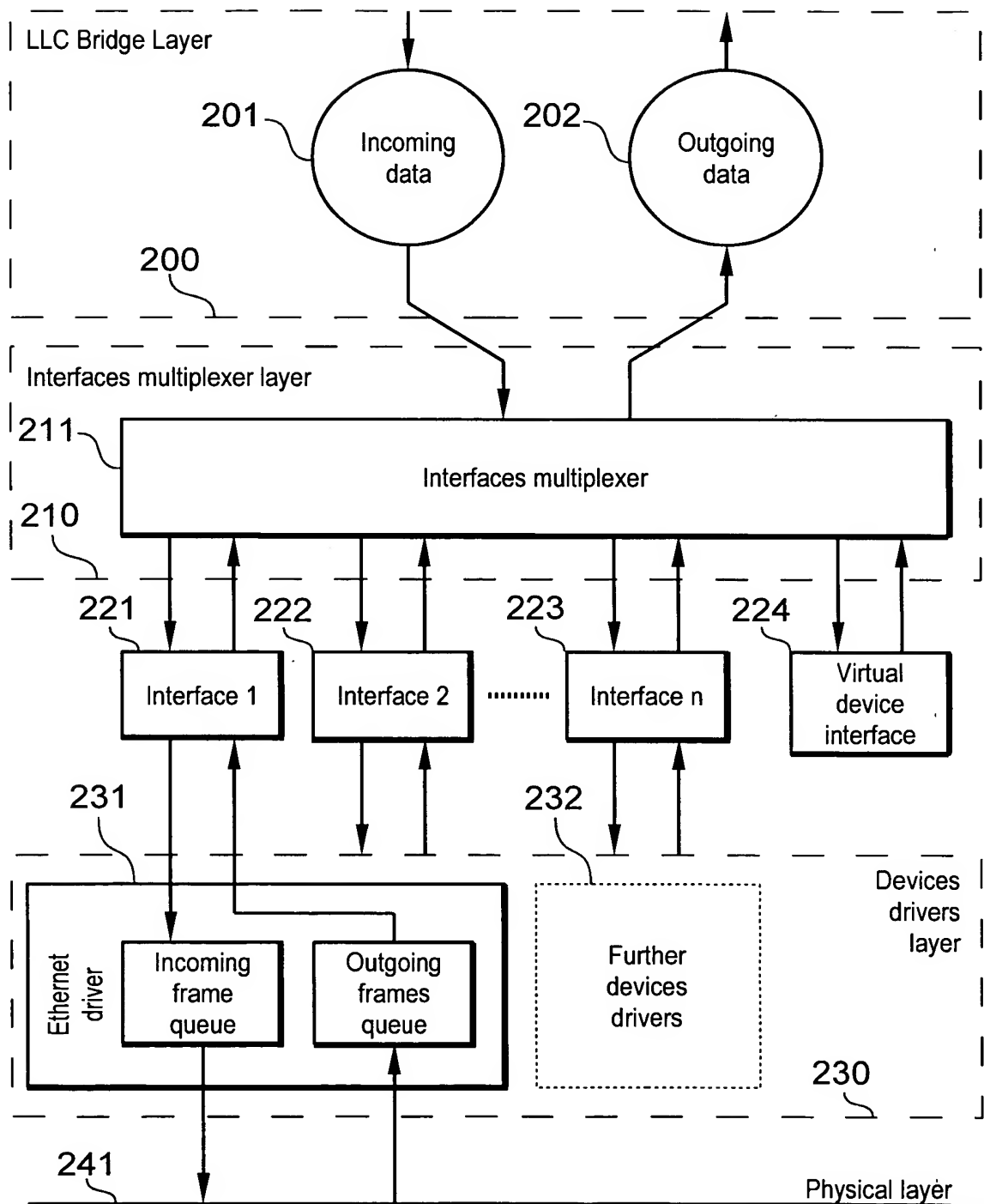


Fig. 2



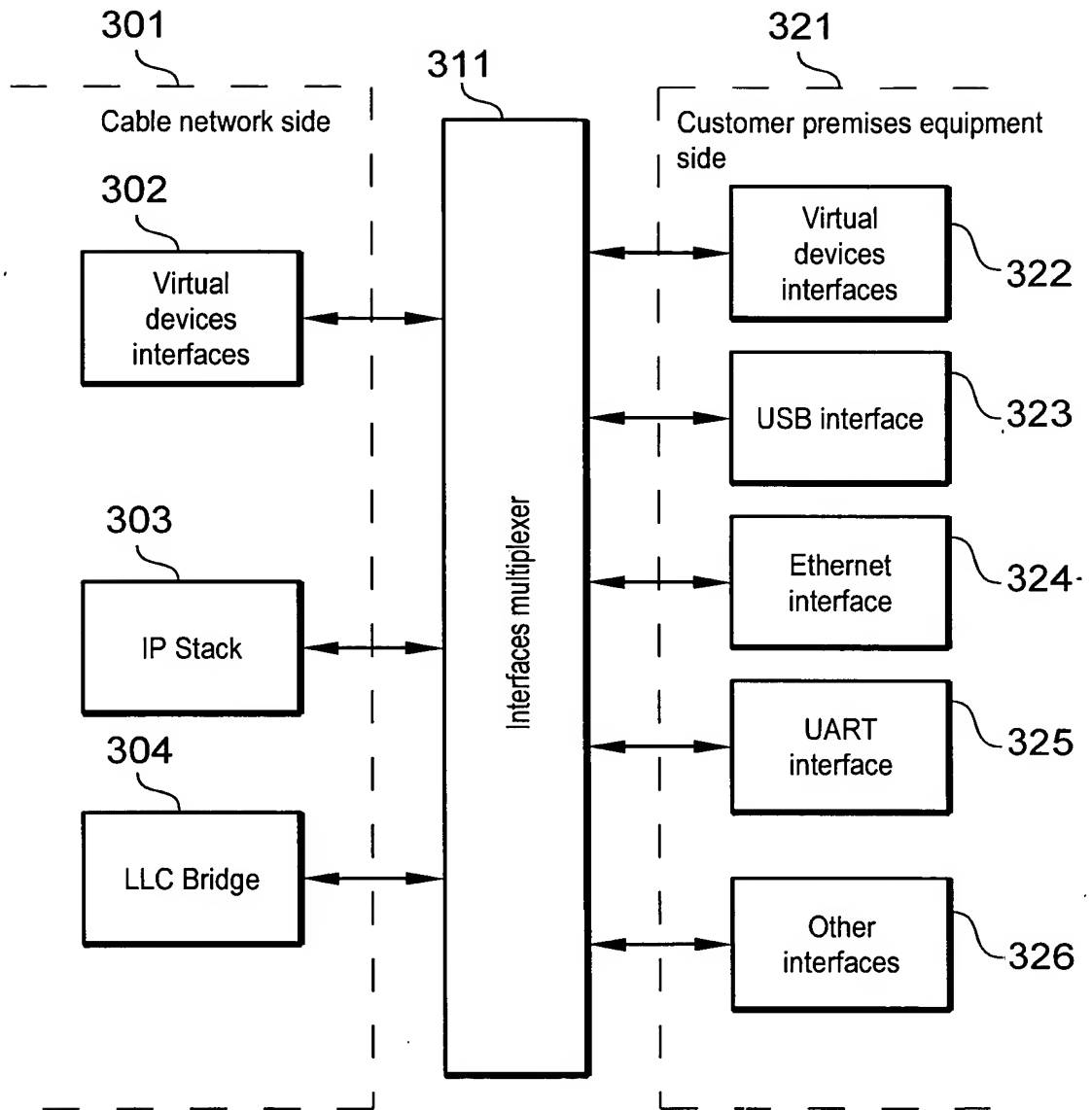
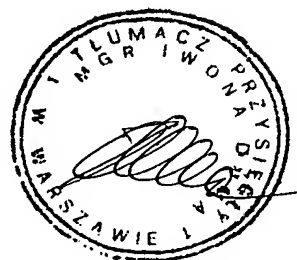


Fig. 3



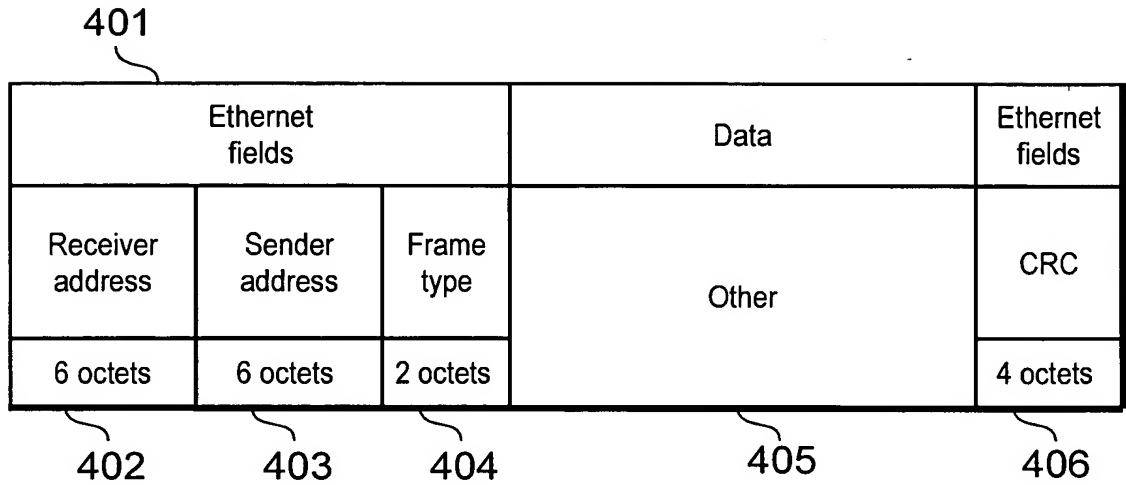


Fig. 4

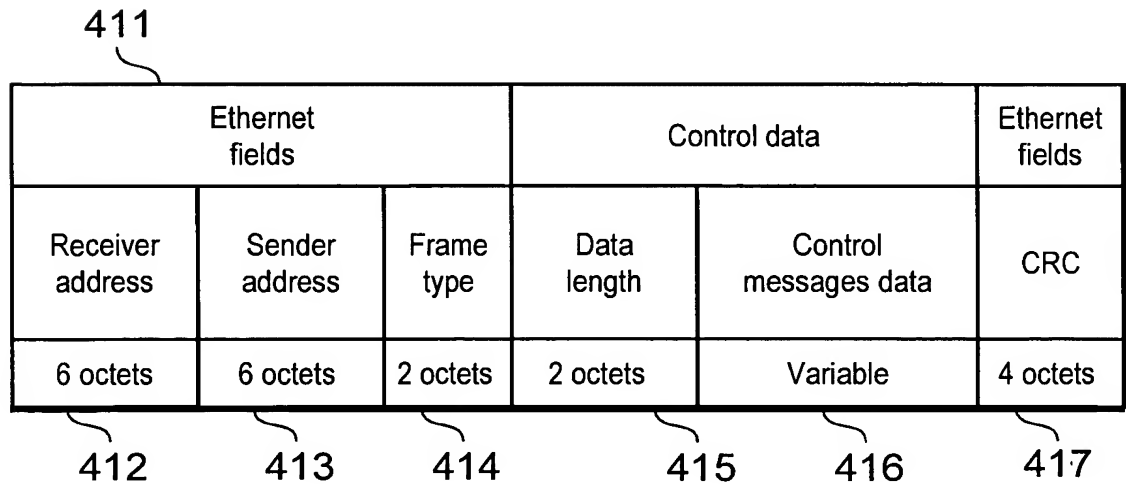
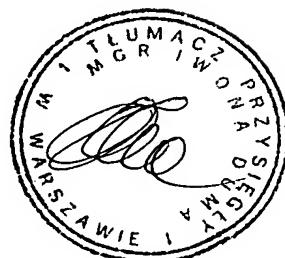


Fig. 5



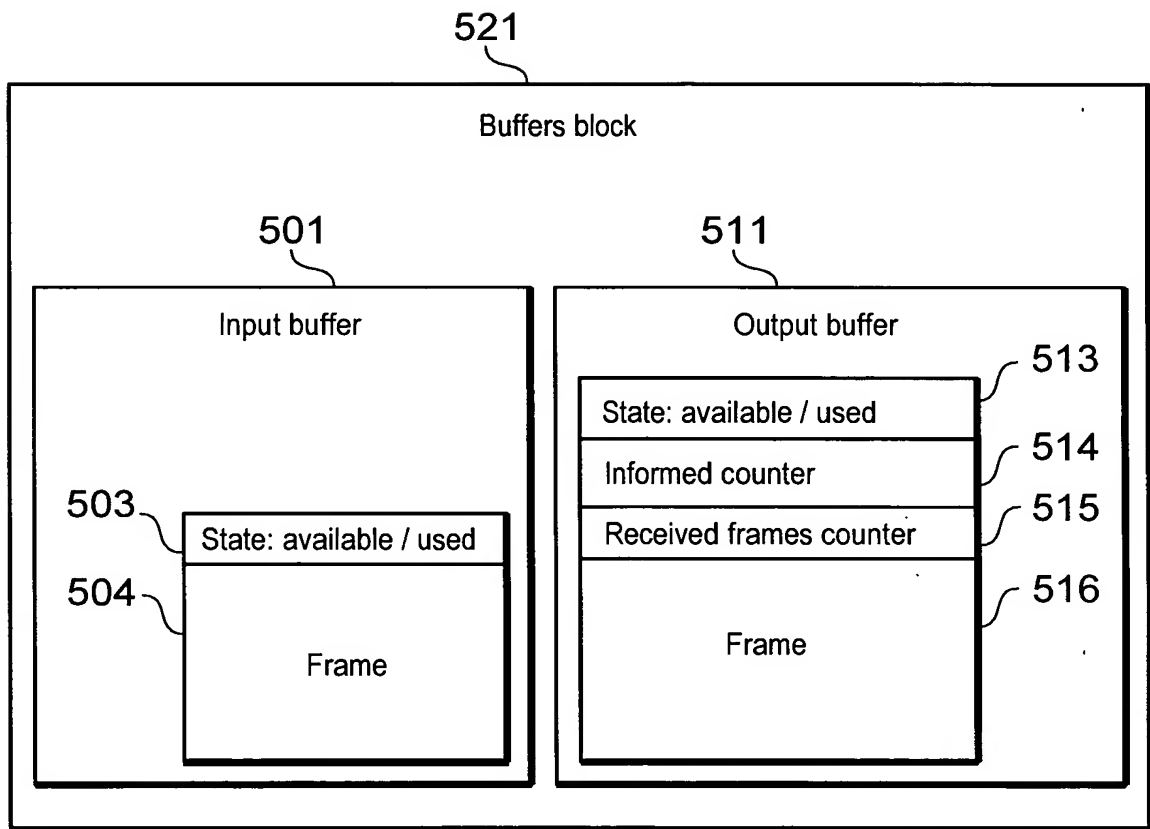
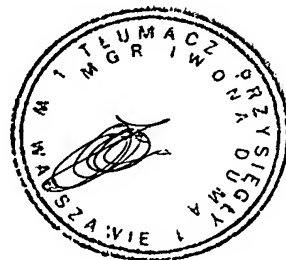


Fig. 6



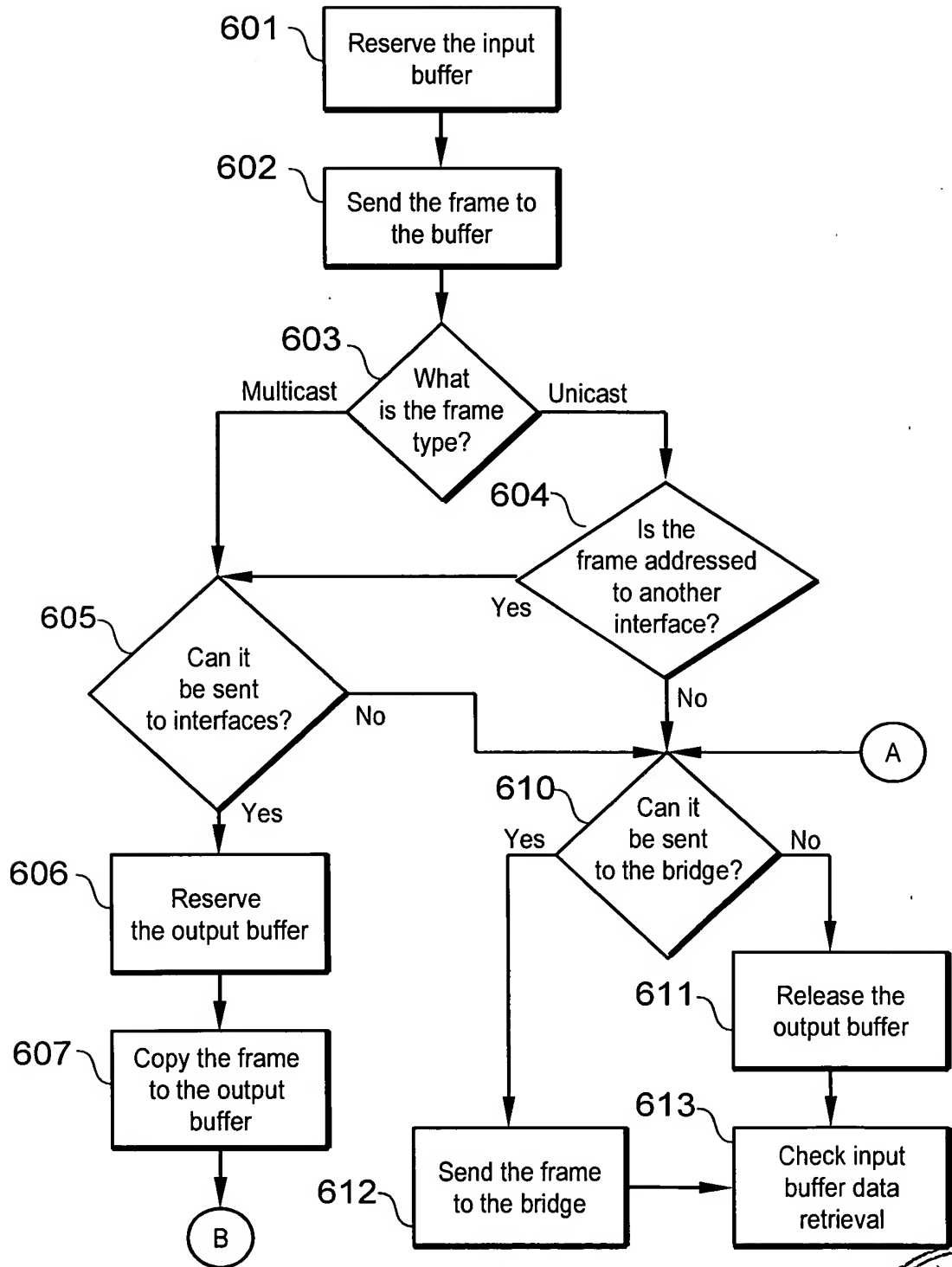


Fig. 7A



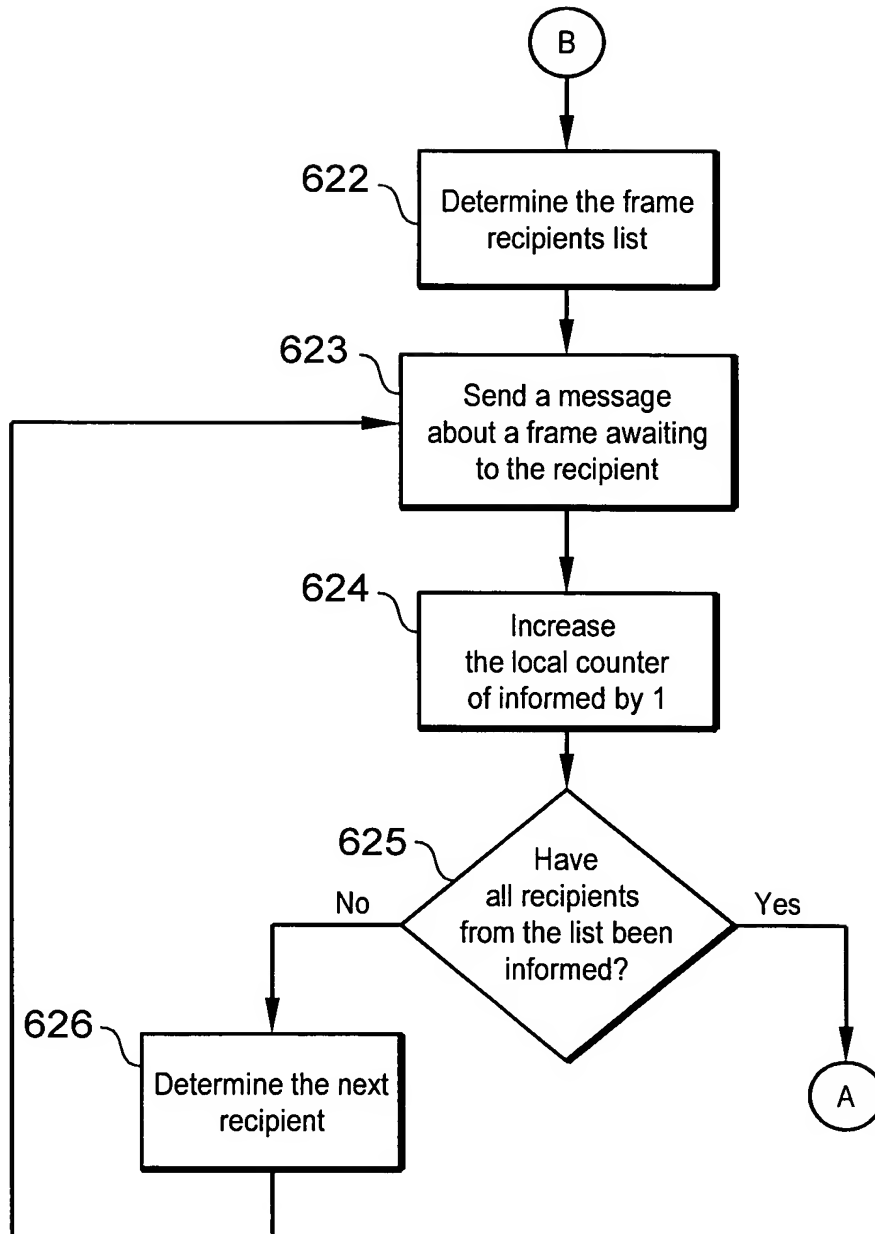


Fig. 7B



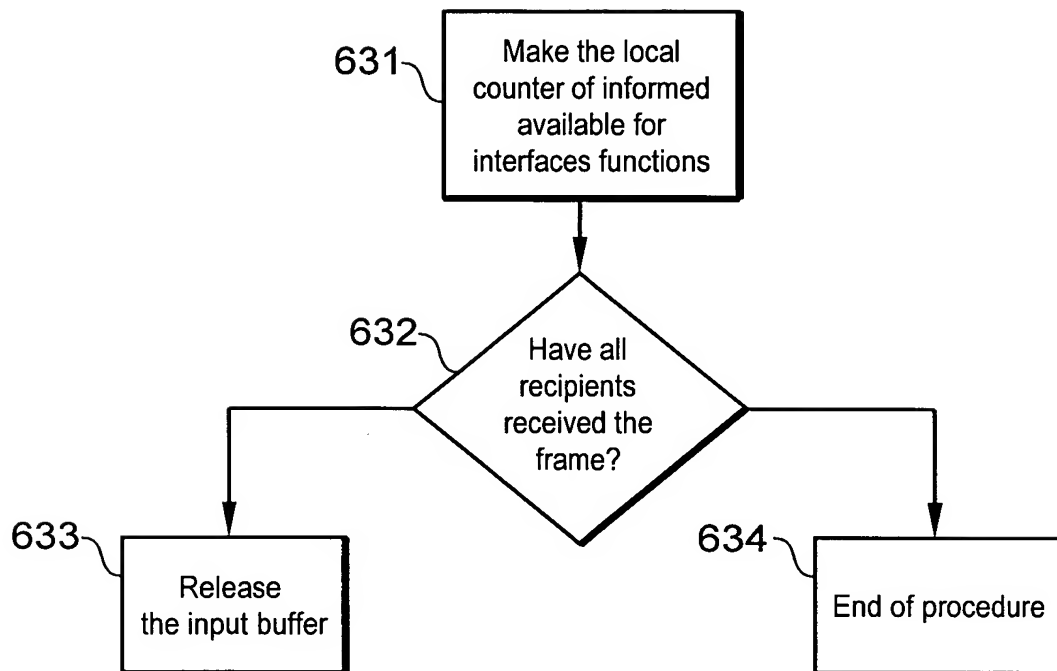
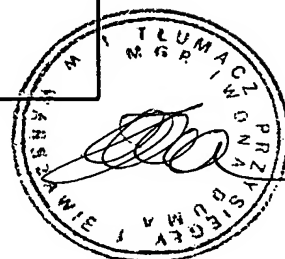
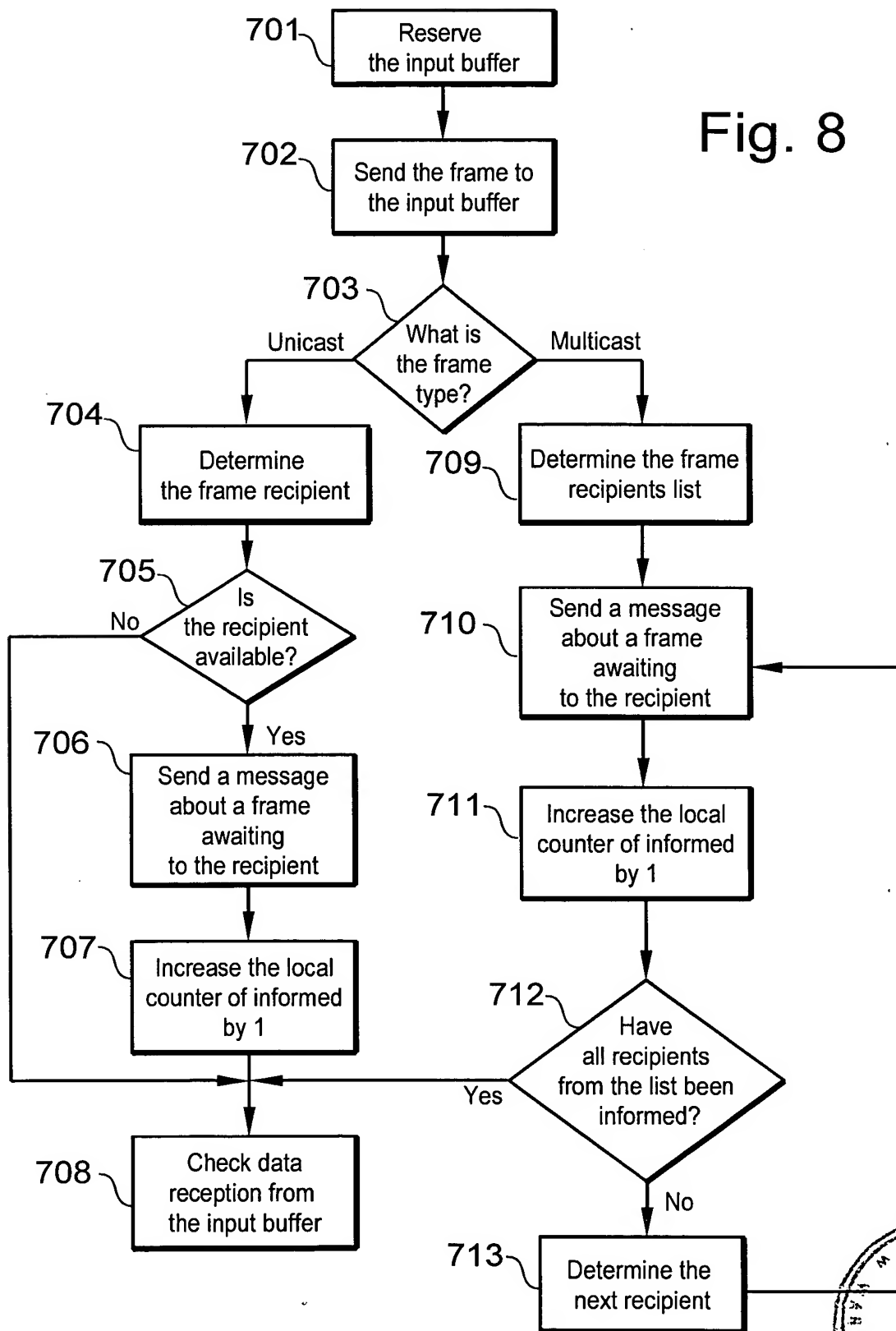


Fig. 7C



Fig. 8



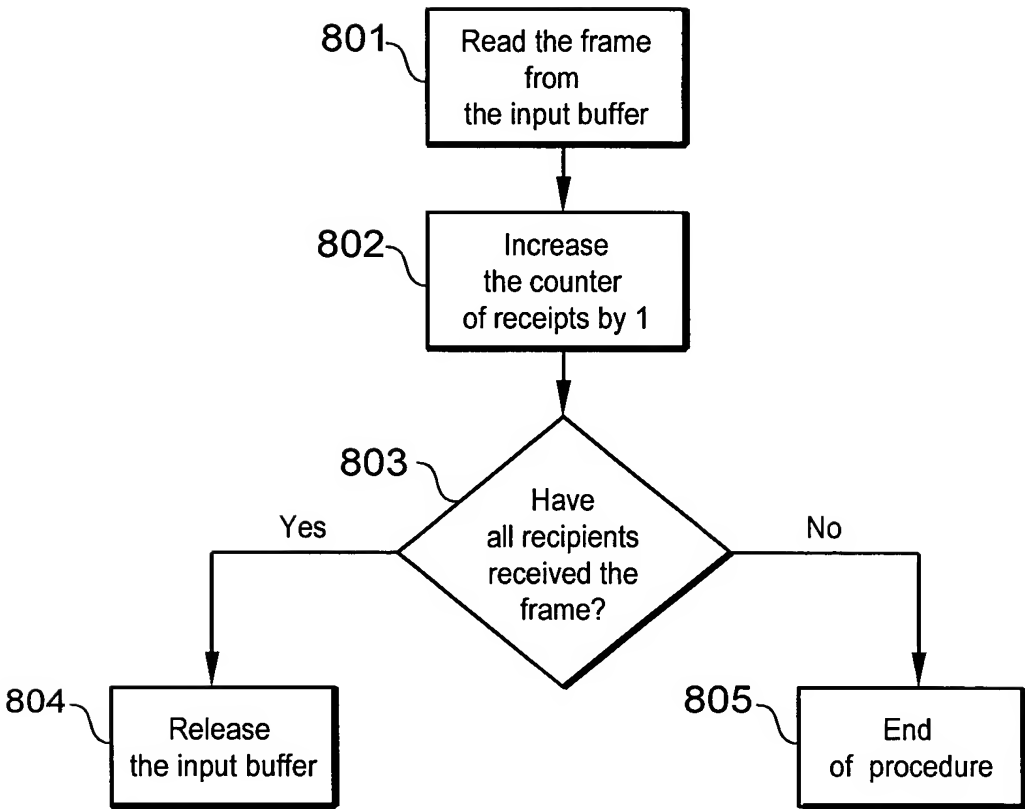
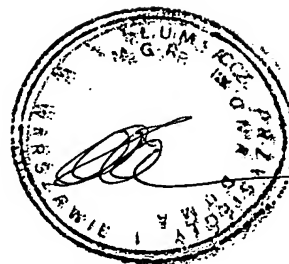


Fig. 9



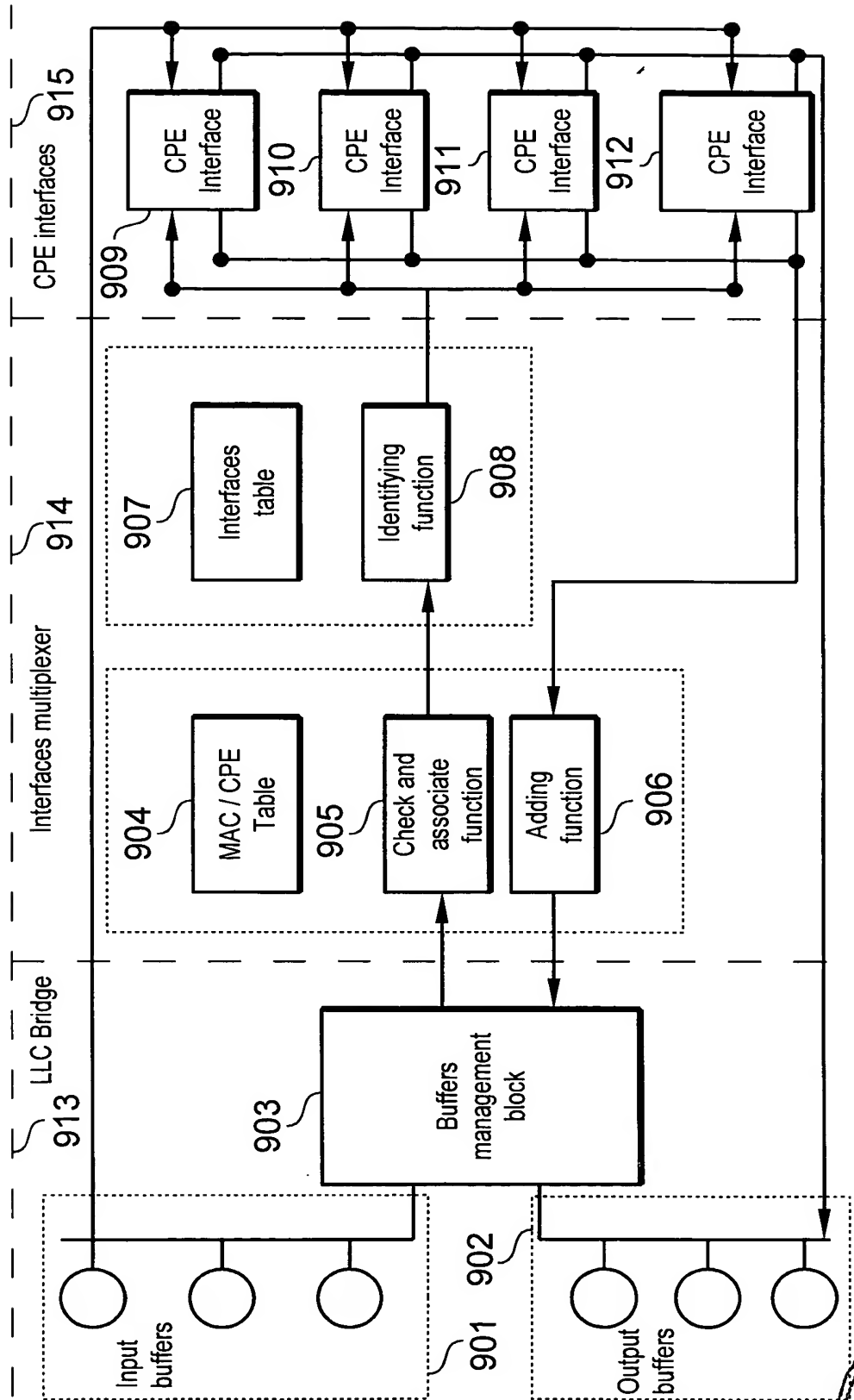


Fig. 10



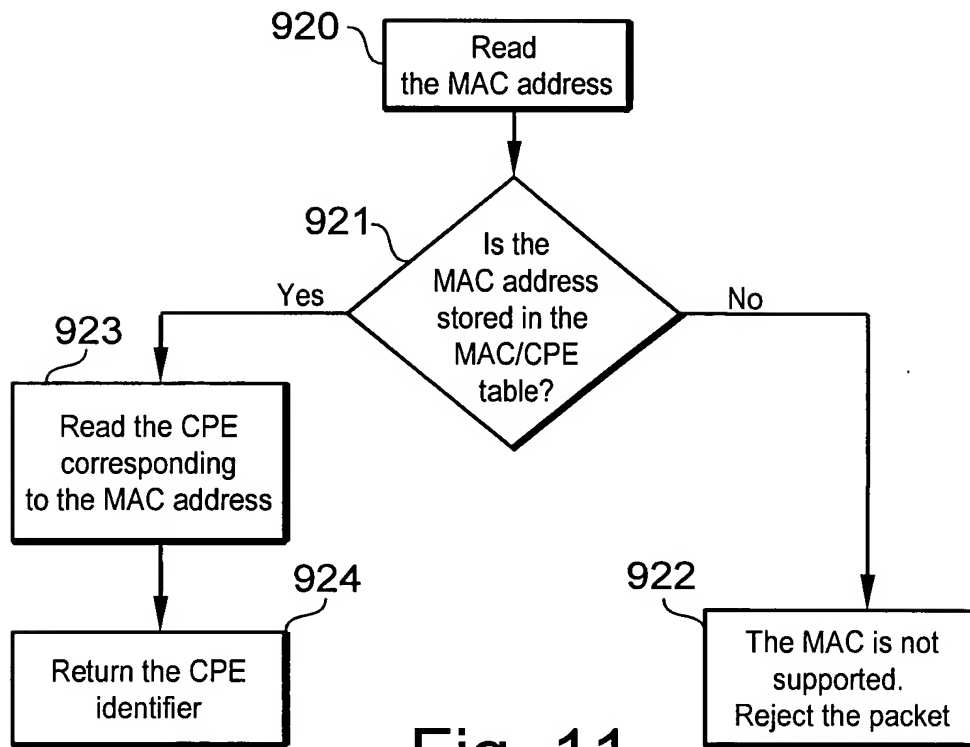


Fig. 11

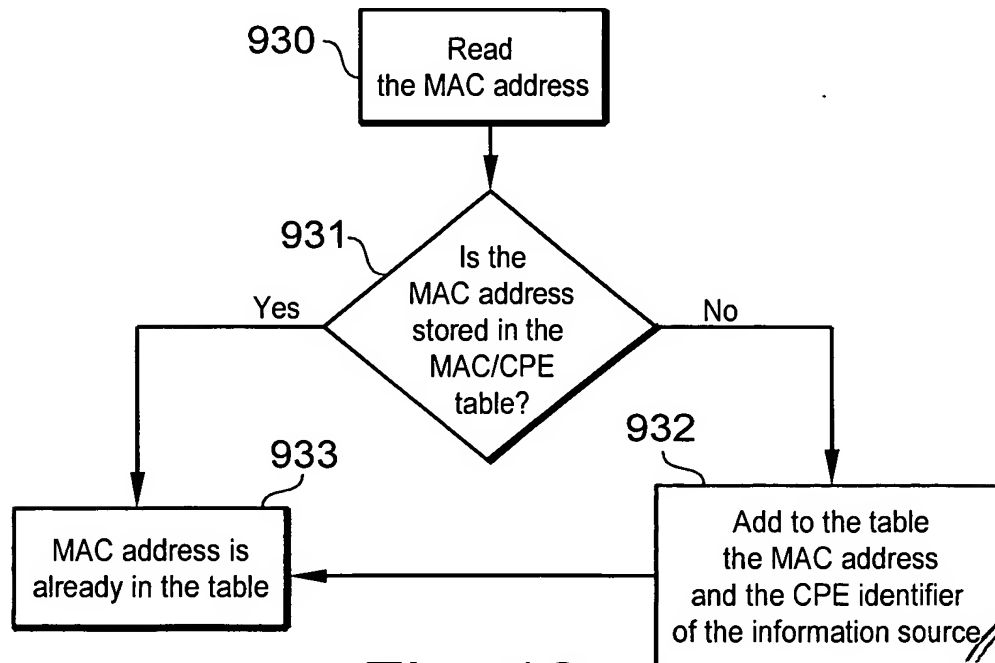
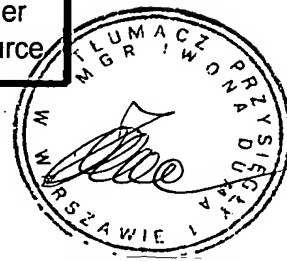


Fig. 12



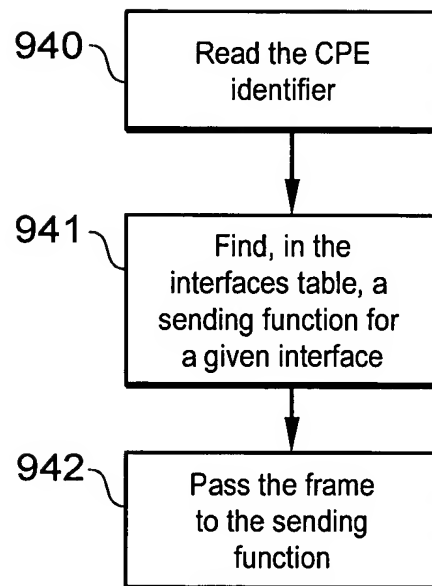


Fig. 13



Repertory No.: 554/10/2003

I, the undersigned, Iwona Duma, sworn translator of the English language for the District Court of the City of Warsaw, hereby certify that the above text is a true and complete translation of the document presented to me in Polish.

Warsaw, October 7, 2003.

